

**ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МОН УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

БОДНАРЧУК ОКСАНА ВАСИЛІВНА

УДК 637.236 :637.136.5: 637.148:637:28:637:056: 579.243

ДИСЕРТАЦІЯ

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА БІОТЕХНОЛОГІЙ
БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ФЕРМЕНТОВАНИХ МОЛОЧНО-
ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ**

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 03.00.20 – біотехнологія

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело:

_____ О.В. Боднарчук

Науковий консультант: Кігель Наталя Федорівна, доктор технічних наук

Київ – 2019

АНОТАЦІЯ

Боднарчук Оксана Василівна. Наукове обґрунтування та розробка біотехнологій бактеріальних препаратів для ферментованих молочно-жирових продуктів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 03.00.20 – біотехнологія. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, Київ, 2019. Дисертаційна робота виконана в Інституті продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України.

Дисертаційна робота присвячена науковому обґрунтуванню та розробці біотехнологій бактеріальних препаратів для ферментованих продуктів маслоробства різної технологічної специфіки.

Досліджено важливі для маслоробства основні фізіолого-біохімічні та біотехнологічні властивості молочно- та пропіоновокислих бактерій, ізольованих із природних джерел. Поповнено колекцію промислових мікроорганізмів Інституту продовольчих ресурсів НААН 12 штамами молочно- та пропіоновокислих бактерій, здатних до ферментування різних жирових систем молочного та комбінованого складу, яка є надійним джерелом ротаційних штамів. Штами задепоновано у Національній колекції промислових мікроорганізмів ІМВ НАНУ.

Науково обґрунтовано та експериментально підтверджено склад заквашувальних композицій, на основі яких розроблено бактеріальні препарати прямого внесення для ферментованих молочно-жирових продуктів різної технологічної специфіки: для класичної технології виробництва кисловершкового масла методом збивання «КВМ-С1» – (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* B-7325, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* B-7328, *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* B-7329); для виробництва кисловершкового масла методом перетворення високожирних вершків (ВЖВ) – «КВМ-П» (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* IMB B-7451 і IMB B-7452, *Streptococcus thermophilus* IMB B-7450 та *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* IMB B-7453); для виробництва кисловершкових спредів методом перетворення жирової суміші – «КВС-П» (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis*

biovar. *diacetylactis* IMB B-7822 і IMB B-7823, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* B-7326, *Lactobacillus casei* IMB B-7825, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* IMB B-7453, *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* IMB B-7826).

Відібрані композиції, на відміну від окремих штамів, проявляли вищі антагоністичні властивості до тест-культур *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Proteus morganii* як потенційних забруднювачів харчових продуктів. Зокрема, вони найактивніше інгібували кишкову паличку та золотистий стафілокок (зона затримки росту 20-22 мм).

Отримано дані щодо застосування заквашувальних композицій різного бактеріального складу в різних технологіях кисловершкового масла, їх впливу на особливості формування смако-ароматичних речовин під час виробництва та зберігання продукту. Встановлено, що заквашувальна композиція з мезофільним складом мікрофлори адаптованіша до технологічних режимів підготовки вершків до збивання та забезпечує вираженіший кисломолочний смак і аромат кисловершкового масла, виробленого методом збивання. Натомість, ефективнішою для проведення ароматизації кисловершкового масла на стадії формування структури продукту, виробленого методом перетворення високожирних вершків, є полівидова заквашувальна композиція завдяки залученню як мезофільних лактококів, так і термофільних стрептококів *S. thermophilus*, лактобацил виду *L. bulgaricus*. Таке поєднання культур забезпечує необхідний рівень кислотності плазми та збагачує продукт вищим вмістом смако-ароматичних речовин (діацетилу, летких органічних кислот, лактонів, альдегідів та ефірів).

Визначено режими та параметри біотехнології промислового виробництва бактеріальних препаратів прямого внесення: способи підготування інокуляту, співвідношення між штамми в композиції, склад середовища, оптимальна температура та тривалість культивування для нагромадження біомаси, які дозволять зберегти встановлене дослідним шляхом необхідне співвідношення між штамми і в сухому бакпрепараті, яке є одним з чинників регуляції процесів росту та узгодженості метаболічних процесів; склад захисних середовищ, що дозволяють зберегти не менше 95 % клітин біомаси.

Доведено, що спільне нарощування має значні переваги перед роздільним нагромадженням біомаси мезофільних і термофільних культур і наступного їх змішування: спрощує технологічний процес одержання біомаси, стимулює ростову активність всіх складників, зменшує матеріальні та енергетичні витрати.

Опрацьовані технологічні етапи дозволили отримати з 1 дм^3 поживного середовища (6,4-7,0) г бактеріальних препаратів з загальною чисельністю не менше $7,4 \cdot 10^{10}$ клітин в 1 г, високою активністю та швидкістю реактивації: молокозсідальна активність – 7,0-8,5 год за температури 30-33 °C і дози 1 г/ дм^3 . Встановлено терміни зберігання бактеріальних препаратів за відносної вологості 85 % і температури -(18-20) °C 12 міс та за -(2-6) °C 6 міс, впродовж яких частка втрачених клітин не перевищувала 5,5 % та 4,0 %.

Встановлено дози, способи активізації і використання бактеріальних препаратів відповідно до специфіки технологій цільових продуктів: кисловершкового масла, кисловершкових спредів і кисловершкових паст. Обґрунтовано технологічні режими підготування закваски, її вплив на ароматоутворювальну активність.

Доведено, що ферментування вершків для виробництва масла методом збивання слід проводити 2,5 % закваскою, приготованою у знежиреному молоці з бакпрепарату «КВМ-С1» з розрахунку 0,1 г/ дм^3 . Можливе також використання попередньо активізованого у молоці сухого препарату у кількості 10 г/т. Для забезпечення необхідної кислотності плазми при виготовленні кисловершкового масла та спредів методом перетворення ВЖВ єдиним і ефективним способом є використання на стадії формування структури закваски, отриманої сквашуванням молока відповідними бакпрепаратами «КВМ-П» і «КВС-П» у кількості 0,1 г/ дм^3 за температури (33-34) °C упродовж 8-9 год з наступним дозріванням за температури (14-15) °C упродовж 4-6 год для накопичення аромату та охолодженням до температури (8±1) °C.

Уперше в Україні проведені дослідження фізико-хімічних властивостей вершків за ступінчастих режимів дозрівання для виробництва кисловершкового масла методом збивання за класичною технологією. Рекомендовано для вироблення

КВМ розпочинати збивання вершків при досягненні кислотності 60 °Т для забезпечення формування високих смакових показників якості готового продукту.

Придатність бакпрепарату «КВМ-С1» до ферментування вершків за літнього та зимового температурних режимів за класичною технологією виробництва КВМ методом збивання підтверджується поступовим сквашуванням вершків до необхідного рівня кислотності, зростанням ефективної в'язкості до 19-26 Па·с та активним нагромадженням вмісту основних смако-ароматичних компонентів (діацетилу та летких органічних кислот) з одночасним досягненням вмісту твердої фази молочного жиру 38,7-40,1 %, що є достатнім для отримання масла хорошої консистенції.

Удосконалено принципово іншу технологію кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ шляхом внесення приготованої з бакпрепарату «КВМ-П» закваски у зону перетворення фаз – дестабілізатор жирової емульсії, де відбувається її перемішування з високожирними вершками. У такий спосіб забезпечується рівномірне розподілення закваски в продукті, досягається скорочення технологічного процесу, і зникає необхідність подальшої утилізації маслянки.

Встановлено, що ароматизацію КВМ на стадії формування структури слід проводити закваскою, приготованою із бакпрепарату «КВМ-П» у кількості 3,5-5,0 %, яка збагачує продукт діацетилом у 1,6-1,8 рази та леткими органічними кислотами у 1,3-1,7 рази більше порівняно з солодковершковим маслом.

Встановлено, що основним фактором регулювання ароматоутворення та якості кисловершкового масла, виготовленого методом збивання, є кислотність сквашених вершків. Процес ароматоутворення у виробництві кисловершкового масла методом ВЖВ можна регулювати дозою закваски.

Для виробництва кисловершкового спреду підібрано якісний замінник молочного жиру «Sania Z 200», який найліпше відповідав вимогам здорового харчування, збалансованості жирнокислотного складу та вигідно вирізнявся за фізико-хімічними показниками (температурою плавлення і застигання, твердістю, хімічними числами, вмістом твердої фази). Встановлено, що під час кристалізації жирових основ спредів, виготовлених з обраним ЗМЖ та молочним жиром у

співвідношеннях 50:50 і 25:75, вміст твердої фази жирових сумішей за температури 16-24 °С відповідає середнім значенням молочного жиру та може гарантувати якісну консистенцію.

На підставі математичного опрацювання результатів досліджень визначено оптимальні дози спільного використання стабілізаторів структури і емульгаторів для забезпечення необхідної консистенції вершкових паст з масовою часткою жиру 30-40 %. Отримані рівняння регресії дозволяють визначити вплив стабілізаторів структури на формування основних фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних показників молочно-жирових емульсій.

Встановлено, що використання 5-8 % закваски, приготованої з «КВС-П» на пастеризованому молоці для кисловершкових спредів методом перетворення жирової суміші збагачує продукти діацетилом у 2,0-2,3 рази та леткими органічними кислотами – в 1,8-2,3 рази, порівняно з солодковершковими спредами, вироблених з аналогічної сировини і це є прямим підтвердженням істотної ролі закваски в ароматизації КВС.

Диференційовано застосування розроблених для кисловершкового масла і спредів бактеріальних препаратів для принципово різних технологій кисловершкових паст: технології короткочасного біодозрівання та прямого внесення закваски у МЖЕ.

Опрацьовано спосіб короткочасного біодозрівання молочно-жирових емульсій за температури 34 °С до кислотності не більше 35-40 °Т, а саме: 2,0-3,0 год з використанням 7-9 % закваски на основі «КВС-П», приготованої на знежиреному молоці та 3,0-3,5 год з 10-12 % закваски на вершках 20 % жирності та бакпрепарату з розрахунку 10 г/т. Цей спосіб дозволяє прискорити технологічний процес виробництва паст, вносити закваски на різних молочних основах та регулювати інтенсивність кисломолочного смаку цільового продукту. За способу прямого внесення 9-12 % закваски на молоці з м.ч. жиру 2,5 % у МЖЕ практично не відбувається розвитку заквашувальної мікрофлори, однак, смако-ароматичні сполуки закваски позитивно впливають на вираженість смаку і аромату готового продукту.

Завдяки поєднанню ароматоутворювальних та кислотоутворювальних молочнокислих бактерій з властивостями, необхідними для маслоробства – синтезом смако-ароматичних речовин та високою енергією кислотоутворення – забезпечуються високі смакові показники цільових продуктів.

Досліджено закономірності функціонування бактеріальних препаратів у виробництві ферментованих продуктів маслоробства (кисловершкового масла, кисловершкових спредів, кисловершкових паст) та оцінено їх роль у формуванні основних мікробіологічних, фізико-хімічних та біохімічних характеристик готових продуктів та впродовж їх зберігання.

Встановлено, що розроблені бактеріальні препарати забезпечують високі органолептичні характеристики ферментованих продуктів маслоробства та стабільність показників якості упродовж усього терміну придатності за визначених температурних режимів відповідно до стандартизованих норм. Антагоністичні властивості мікроорганізмів заквашувальних культур та їхня здатність до продукування основного метаболіту молочної кислоти, яка діє як консервант, повною мірою проявилися під час зберігання всіх ферментованих молочно-жирових продуктів. На кінець терміну придатності чисельність усіх представників сторонньої мікрофлори, які є показником мікробіологічної якості та безпечності, були нижчими в кисловершковому маслі, кисловершкових спредах та пастах, ніж у солодковершкових.

За результатами дисертаційної роботи розроблено 2 пакети нормативних документів: ТУ У 15.5-00419880-104:2010 «Культури заквашувальні для кисловершкового масла», технологічні інструкції на виробництво кисловершкового масла методом збивання та методом перетворення ВЖВ до ДСТУ 4399:2005 та на виробництво кисловершкових спредів до ДСТУ 4399:2005, ТУ У 10.5-00419880-142:2018 «Пасти кисловершкові. Технічні умови», ТІ.

Розроблені біотехнології бактеріальних препаратів було апробовано у промислових умовах на Державному дослідному підприємстві Інституту продовольчих ресурсів НААН, а технології ферментованих продуктів з їх використанням апробовано та впроваджено на маслоробних підприємствах України:

ПАТ «Житомирський маслозавод» (Житомирська обл.); ТОВ «Самбірський молокозавод» (Львівська обл.); ТзОВ «Львівагропродукт» (Львівська обл.).

Робота є результатом самостійних досліджень О.В. Боднарчук. Автором особисто відібрано та критично проаналізовано вітчизняну та зарубіжну наукову літературу за темою досліджень. Основні положення дисертаційної роботи викладені у 39 наукових працях, у тому числі 23 статті у наукових фахових виданнях (з них 5 статей у вітчизняних журналах, які представлено у міжнародних виданнях наукометричних баз даних, 3 статті у наукових виданнях інших країн, серед яких 2 статті у *Scopus* та *Web of Science*), 2 патенти на винахід, 2 патенти на корисну модель, 2 статті в інших наукових виданнях, 1 навчальний посібник з грифом наданим Міністерством аграрної політики та продовольства України, 9 тез доповідей в збірниках конференцій.

Ключові слова: *молочно- та пропіоновокислі бактерії, бактеріальний препарат, закваски, технології ферментованих молочно-жирових продуктів маслоробства, кисловершкове масло, кисловершкові спреди, кисловершкові пастки.*

ANNOTATION

Bodnarchuk Oksana Vasylivna. Research and development of biotechnology of bacterial preparations for fermented milk-fat products. – Qualification scientific work, manuscript rights.

The dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences, specialty 03.00.20 – Biotechnology. – National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kiev, 2019. The work was done at the Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

The dissertation deals with the scientific substantiation and development of biotechnology of bacterial preparations for variety of fermented products of butter making of various technological specifics.

The main, important for butter making process, biochemical and biotechnological properties of lactic and propionic acid bacteria isolated from natural sources have been

studied. The collection of industrial microorganisms of the Institute of Food Resources of the NAAS was replenished with 12 strains of lactic and propionic acid bacteria capable of fermenting various fatty systems of milk and combined composition, which are a reliable source of strains for rotational strain technology. The strains are deposited in the National Collection of Industrial Microorganisms of Danylo Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NAS of Ukraine (IMV NASU).

The composition of starter compositions has been scientifically substantiated and experimentally confirmed, on the basis of which direct-application bacterial preparations have been developed for fermented milk-fat products of various technological specifics: for the classic production technology of the acid-cream method of churning “KVM-C1” – (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* B-7325, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* B-7328, *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* B-7329); for the production of sour cream butter by the conversion of high-fat cream (HFC) – “KVM-P” (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* IMB B-7451 and IMB B-7452, *Streptococcus thermophilus* IMB B-7450 and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* -7453); for the production of sour cream spreads by the method of converting the fat mixture – “KVS-P” (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* IMB B-7522 and IMB B-7823, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* B-7826, *Lactobacillus casei* IMB B-7825, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* IMB B-7453, *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* IMB B-7826).

The selected compositions, in contrast to individual strains, showed high antagonistic properties against test cultures of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Proteus morganii* as potential food contaminants. In particular, they actively inhibited *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* (growth retardation zone of 20-22 mm).

Data were obtained on the use of starter compositions of different bacterial composition in various sour milk butter technologies, their influence on the characteristics of the formation of flavoring substances during production and product storage. It was found that the starter composition with the mesophilic composition of microflora is adapted to the technological modes of preparing cream for whipping and provides a pronounced sour-milk taste and aroma of sour cream butter produced by whipping.

Polyspecies starter composition due to the involvement of both mesophilic lactococci and thermophilic streptococci *S. thermophilus*, lactobacilli of the species *L. bulgaricus* is more effective for flavoring sour butter at the stage of formation of the product structure produced by the conversion of high-fat cream. This combination of cultures provides the necessary level of plasma acidity and enriches the product with a high content of flavoring substances (diacetyl, volatile organic acids, lactones, aldehydes and ethers).

Modes and parameters for the industrial production of direct bacterial preparations were determined: methods for preparing the inoculum, the ratio between the strains in the composition, the composition of the medium, the optimal temperature and cultivation duration for biomass accumulation, which will allow to maintain the experimentally established necessary ratio between the strains and in dry preparation, which is one of the factors in the regulation of growth processes and the coordination of metabolic processes; composition of protective media, allowing to save at least 95 % of biomass cells.

It has been proven that joint growth has significant advantages over separate biomass accumulation of mesophilic and thermophilic cultures and their subsequent mixing: it simplifies the process of biomass production, stimulates the growth activity of all components, and reduces material and energy costs.

The developed technological steps made it possible to obtain from 1 dm³ of culture medium (6,4-7,0) g of bacterial preparations with a total number of at least $7.4 \cdot 10^{10}$ cells per g, high activity and reactivation rate: milk-clotting activity – 7,0-8.5 hours at a temperature of 30-33 °C and a dose of 1 g/dm³. Shelf life duration of bacterial preparations at relative humidity 85 % and temperature -(18-20) °C was determined to be 12 months, at -(2-6) °C – 6 months, the fraction of the lost cells having not exceeded 5,5 %.

Doses, methods of activating and using bacterial preparations in accordance with the specific technologies of the target products: sour cream, sour cream spreads and sour cream pastes were identified. The technological modes of the preparation of the starter culture together its effect on aromatizing activity are substantiated.

It has been proven that fermentation of cream for butter production by whipping should be carried out with 2,5 % starter prepared in skim milk from “KVM-C1” preparations at a rate of 0,1 g/dm³. It is also possible to use a dry preparation preactivated

in milk in an amount of 10 g/t. To ensure the necessary plasma acidity in the manufacture of sour cream and spreads by the HFC conversion method, the only and effective way is to use at the stage of formation of the yeast structure obtained by fermenting milk with the appropriate “KVM-P” and “KVS-P” bacterial preparations in an amount of 0,1 g/dm³ at a temperature (33-34) °C for 8-9 hours, followed by maturation at a temperature of (14-15) °C for 4-6 hours for the accumulation of aroma and cooling to a temperature of (8±1) °C.

For the first time in Ukraine, studies of the physical and chemical properties of cream were carried out according to step-by-step maturation regimes for the production of sour cream butter using the whipping method using classical technology. It is recommended for the development of sour cream butter to start whipping the cream when the acidity reaches at least 60 °T to ensure the formation of high taste indicators of the quality of the finished product.

The suitability of “KVM-S1” preparations for fermentation of cream for summer and winter temperature conditions using the classic technology for the production of butter cream by whipping is confirmed by the gradual fermentation of the cream to the required acidity level, an increase in the effective viscosity of 19-26 Pa•s and the active accumulation of the main aromatic components (diacetyl and volatile organic acids) with a simultaneous achievement of the solids content of milk fat of 38,7-40,1 %, which is sufficient to obtain butter of good body.

Conceptually new sour cream butter production technology was developed according to the HFC conversion method by means of inoculating a starter to the conversion zone the said starter being prepared from bacterial preparation “KVM-P”, where its mixing with of high-fat cream. Thus, a uniform distribution of the starter culture in the product is ensured, a reduction in the technological process is achieved, and the need for further disposal of the oiler is eliminated.

It has been established that the aromatization of sour-cream butter at the stage of structure formation should be carried out with a starter of acidity in an amount of 3,5-5,0 %, which enriches with diacetyl 1,6-1,8 times and volatile organic acids 1,3-1,7 times more compared to sweet cream butter.

It has been established that the main factor in regulating the aroma formation and the quality of whipped cream butter is the acidity of the fermented cream. The process of aroma formation in the production of sour cream butter by the method of converting high fat cream can be controlled by the dose of starter.

For the production of sour cream spread, a high-quality milk fat substitute “Sania Z 200” was selected, which best met the requirements of a healthy diet, balanced fatty acid composition and favorably differed in physical chemical parameters (melting and pour point, hardness, chemical numbers, solid phase content). It was found that during crystallization of the fat bases of spreads made with the selected milk fat substitute and milk fat in the ratios 50:50 and 25:75, the solids content of the fat mixtures at a temperature of 16-24 °C corresponded to the average value of milk fat and can guarantee a high-quality consistency .

Based on the mathematical processing of the research results, the optimal doses of the joint use of structure stabilizers and emulsifiers were determined to ensure the necessary consistency of cream pastes with a mass fraction of fat of 30-40%. The obtained regression equations make it possible to determine the effect of structure stabilizers on the formation of the main physicochemical, structural-mechanical, and sensorial indicators of milk-fat emulsions.

It has been established that the use of 5-8 % starter prepared with KVS-P on pasteurized milk for sour cream spreads by the method of converting the fat mixture enriches the products with diacetyl 2,0-2,3 times and volatile organic acids 1.8-2 times compared to sweet cream spreads made from similar raw materials and this is a direct confirmation of the role of starter culture in the aromatization of this product.

The use of bacterial preparations developed for sour cream and spreads for fundamentally different technologies of sour cream pastes was differed: technologies of short-term bio-reconstitution and direct introduction of sourdough into a milk-fat emulsion.

A method was developed for short-term bio-reconstitution of milk-fat emulsions at a temperature of 34 °C to an acidity of not more than 35-40 °T, namely: 2.0-3,0 hours using 7-9 % starter based on “KVS-P” prepared on skim milk and 3,0-3,5 hours with 10-12 %

cream starter with 20 % fat and preparation at a rate of 10 g/t. This method allows speeding up the technological process of production of pastes, making starter culture on various milk bases and to regulating the intensity of the fermented milk taste of the target product. By the method of direct introduction of 9-12 % starter in milk with 2,5% fat content (by mass) in milk-fat emulsions the development of starter microflora practically does not occur, however, the taste and aromatic compounds of the starter culture positively affect the completeness of taste and aroma of the finished product.

Due to the combination of aroma-forming and acid-producing lactic acid bacteria with the properties necessary for oil-making - the synthesis of flavoring substances and high energy of acid formation - high taste indices of the target products are provided.

The regularities of the functioning of bacterial preparations in the production of fermented butter products (sour cream, sour cream spreads, sour cream pastes) were studied and their role in the formation of the basic microbiological, physical, chemical and biochemical characteristics of the finished products and during their storage was evaluated.

It has been established that the developed bacterial preparations provide proper sensorial characteristics of fermented butter-making products and the stability of quality indicators throughout the entire shelf life under certain temperature conditions in accordance with standardized norms. The antagonistic properties of starter culture microorganisms and their ability to produce the main metabolite of lactic acid, which acts as a preservative, were fully manifested during the storage of all fermented milk-fat products. At the end of the expiration date, the abundance of all representatives of extraneous microflora, which are an indicator of microbiological quality and safety, was lower in sour cream, sour cream spreads and pastes than in sweet cream.

Due to the results of the dissertation, 2 packages of regulatory documents were developed: technical specifications TU U 15.5-00419880-104:2010 "Starter cultures for sour cream butter", technological instructions for sour cream pastes, technological instructions for the production of sour cream butter of 2 methods according to DSTU 4399:2005 "Butter. Specifications", sour cream spreads according to DSTU 4399:2005

“Spreads. Specifications”, TU U 15.5-00419880-142:2018 “Sour cream pastes”, technological instructions,

The developed biotechnologies of bacterial preparations were tested under industrial conditions at the State Research Enterprise of the Institute of Food Resources of the NAAS, and the technologies of fermented products with their use were tested and introduced at Ukrainian dairy enterprises: PJSC Zhytomyr Butter Plant (Zhytomyr Region) Sambir Dairy LLC (Lviv region) LLC "Lvivagroprodukt" (Lviv region).

The work is the result of independent research of O.V. Bodnarchuk. The author personally selected and critically analyzed domestic and foreign scientific literature on the topic of research. The main provisions of the thesis are presented in 39 scientific papers, including 23 articles in scientific journals (of which 5 articles in domestic journals, presented in international editions of scientometric databases, 3 articles in scientific journals of other countries, including 2 articles indexed in Scopus and Web of Science), 2 patents for invention, 2 patents for utility model, 2 articles in other journals, 1 study guide with a stamp provided by the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine, 9 abstracts in conference proceedings.

Keywords: *lactic and propionic acid bacteria, bacterial preparation, starter cultures, technologies of fermented milk-fat products of butter-making, sour cream butter, sour cream spreads, sour cream pastes.*

Список публікацій здобувача:

1. **Bodnarchuk, O.;** Influence of Temperature Regimes of Ripening and Fermentation Stages of The Physical and Chemical Properties of Cream and Sour-Cream Butter Quality Indicators. *Харчова Наука і Технологія* **2018**, 12, 3(5), pp 57–63. [doi:10.15673/fst.v12i3.10404](https://doi.org/10.15673/fst.v12i3.10404).

Журнал індексується у електронних бібліотеках, каталогах, репозиторіях та міжнародних наукометричних базах даних: Web of Science Core Collection, Index Copernicus International, AGRIS, ResearchBible, Ulrich's WEB (Global Serials Directory), CABI, International standard serial number CrossRef, SHERPA/RoMEO, DOAJ (Directory of Open Access Journals), Scilit, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), OCLC (WoldCat), FSTA (Food Science and Technology Abstracts), Google

Scholar, Національна бібліотека України імені Вернадського, Бібліометрика української науки.

2. **Боднарчук, О.;** Слободянюк, Н. Конструювання Заквашувальних Композицій для Виробництва Кисловершкового масла. *Продовольча індустрія АПК*. **2018**, 4, с 19 – 23. (Agris (FAO), Ulrich's WEB (Global Serials Directory), РІНЦ (з індексом цитування).

Особистий внесок: проведення мікробіологічних та біохімічних досліджень, узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

3. **Боднарчук, О.;** Слободянюк, Н. Вплив Заквашувальних Культур на Молочно-Жирові Емульсії для Кисловершкових Паст. *Продовольча Індустрія АПК*. **2018**, 5, с 10–13. (Agris (FAO), Ulrich's WEB (Global Serials Directory), РІНЦ (з індексом цитування).

Особистий внесок: проведення досліджень з визначення впливу бактеріальних культур на формування фізико-хімічних і смако-ароматичних властивостей молочно-жирових емульсій, узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

4. **Боднарчук, О.В.;** Кігель, Н.Ф. Бактеріальні Культури у Виробництві Кисловершкового Масла. *Продовольча Індустрія АПК*. **2013**, 4, с 12–19. (Agris (FAO), Ulrich's WEB (Global Serials Directory), РІНЦ (з індексом цитування).

Особистий внесок: проведення досліджень з визначення функціонально-технологічних показників бактеріальних культур для різних технологій, узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

5. **Боднарчук, О.В.** Опрацювання Умов Підготовки Посівного Матеріалу для Отримання Бактеріального Препарату для Кисловершкового Масла *Наукові Праці ОНАХТ* **2013**, 2,(44), с 240–245. (Index Copernicus, EBSCOhost, CABI Full Text, Universal Impact Factor).

6. Рожанська, О.М.; **Боднарчук, О.В.;** Король, О.М.; Чорна, Н.Ф.; Кігель, Н.Ф. Конструювання Бактеріальних Композицій для Виробництва Кисловершкового Масла. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної*

Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького **2011**, 13(2), с 372–380. Технічні науки Серія «Харчові технології». (Google Scholar, РІНЦ).

Особистий внесок: проведення мікробіологічних та біохімічних досліджень створених заквашувальних композицій, формулювання основних висновків, підготовка до друку.

7. **Боднарчук, О.В.** Закономірності Розвитку Бактеріальних Композицій Підчас Біологічного Дозрівання Вершків для Виготовлення Кисловершкового Масла. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2013**, 15(55), с 18–24. Технічні науки Серія «Харчові технології». (Google Scholar, РІНЦ).

8. **Боднарчук, О.В.** Дослідження Ферментативної Активності Заквашувальних Культур для Кисловершкового Масла. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2012**, 14, (53), с 246–251. Технічні науки Серія «Харчові технології». (Google Scholar, РІНЦ).

9. **Боднарчук, О.В.** Дослідження Антагоністичної Активності Заквасок Для Кисловершкового Масла. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2012**, 14(52), с 189 – 194. (фахове видання України з технічних наук відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України від 13.07.2015 р. № 747). Технічні науки Серія «Харчові технології». (Google Scholar, РІНЦ).

10. **Боднарчук, О.В.** Вплив Технологічних Режимів Приготування Закваски на Формування її Смако-Ароматичних Речовин. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2013**, 15(57), с 15–21. Технічні науки Серія «Харчові технології». (Google Scholar, РІНЦ).

11. **Боднарчук, О.В.** Особливості Функціонування Заквашувальних Культур Підчас Виробництва Кисловершкового Масла Різними Способами та їх Вплив на його Якість. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету*

Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького **2014**, 16 (59), с 12–19. Технічні науки Серія «Харчові технології». (Google Scholar, РІНЦ).

12. **Боднарчук, О.В.** Дослідження Якості Кисловершкового та Солодковершкового Масла під час Зберігання. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2014**, 16(60), с 11–20. Технічні науки Серія «Харчові технології». (Google Scholar, РІНЦ).

13. **Боднарчук, О.В.** Мікробіологічна Якість Кисловершкового Та Солодковершкового Масла за Умов Низькотемпературного Зберігання. *Наук. Вісник ЛНУВМБ ім. С.Гжицького* **2015**, 17(61), с 3–10. Технічні науки Серія «Харчові технології». (Google Scholar, РІНЦ).

14. **Боднарчук, О.В.** Дослідження Амінокислотного Складу Плазми Кисловершкового та Солодковершкового Масла Під Час Зберігання. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2015**, 17(64), с 16–23. Технічні науки Серія «Харчові технології». (Google Scholar, РІНЦ).

15. **Боднарчук, О.В.** Якість Кисловершкових Спредів, Виготовлених Методом Перетворення Жирової Суміші. *Наук. Вісник ЛНУВМБ ім. С.Гжицького* **2016**, 18(65), с 26–32. Технічні науки Серія «Харчові технології». (Google Scholar, РІНЦ).

16. **Боднарчук, О.В.** Вибір Складу Комплексної Заквашувальної Композиції для Кисловершкових Спредів та Дослідження Закономірностей їх Функціонування. *Збірник наукових праць Ін-т прод. Ресурсів НААН України Продовольчі ресурси* **2015**, 4, с 75–80.

17. **Боднарчук, О.В.;** Єресько, Г.О.; Кігель, Н.Ф. Дослідження Структурно-Механічних Характеристик Спредів. *Збірник наукових праць Ін-т прод. Ресурсів НААН України Продовольчі ресурси* **2016**, 7, с 73–78.

18. **Боднарчук, О.В.** Дослідження Властивостей Замінників Молочного Жиру. *Збірник Наукових Праць Ін-т Прод. Ресурсів НААН України Продовольчі Ресурси* **2016**, 6, с 123–130.

19. **Боднарчук, О.В.** Вплив Стабілізаторів Структури на Властивості Вершків, як Основи для Виробництва Низькожирних Маслоподібних Продуктів. *Збірник Наукових Праць Ін-т Прод. Ресурсів НААН України Продовольчі Ресурси*, **2017**, 9, с 120–125.

20. **Боднарчук, О.В.** Вплив Закваски на Якісні Показники Кисловершкового Масла. *Харчова наука і технологія* **2013**, 2 (23), с 42–45.

21. **Bondarchuk, O.;** Gukova, Y.F. Changing Taste and Aromatic Properties Sour-Cream Butter and Sweet-Cream Butter in Conditions of Low Temperature Storage. *Carpathian J. Food Sci. Technol.* **2015**, 7(4), pp 74–82. *Іноземне видання.* (Scopus, Web of Science Collection, Thompson Reuters, Index Copernicus, Open J-Gate, Ulrich WEB (Global Serials Directory), CAS (American Chemical Society), DOAJ (Directory of Open Access Journals), IFIS (International Food Information Service).

Особистий внесок: проведення фізико-хімічних і біохімічних досліджень вершків за ступінчастих режимів дозрівання на якість кисловершкового масла, узагальнення отриманих результатів, підготовка до друку.

22. **Боднарчук, О.В.** Роль Заквасочной Культуры в Производстве Кислосливочных Спредов. *Пищевая Промышленность: Наука и Технология* **2019**, 12(43), с 86–96. *Іноземне видання.* (РІНЦ).

23. **Боднарчук, О.В.;** Кігель, Н.Ф.; Жукова, Я.Ф.; Ересько, Г.О. Роль Бактериальных Культур на Формирование Вкусо-Ароматических Свойств Кислосливочного Масла. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств»* **2014**, 4(22), с 21–30. *Іноземне видання.* (**AGRIS** (FAO) (Agricultural Research Information System), CrossRef, Ulrich's Periodicals Directory, CyberLeninka, elibrary (Научная электронная библиотека).

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень з визначення впливу різних заквашувальних культур на нагромадження смако-ароматичних сполук кисловершковому маслі, узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку).

24. **Боднарчук, О.В.;** Єресько, Г.О.; Кігель, Н.Ф. (Інститут продовольчих ресурсів НААН). Спосіб Одержання Бактеріального Препарату Прямого Внесення

«КВМ-П» для Кисловершкового Масла. Патент на винахід України 109326, Серп 10, 2015.

Особистий внесок здобувача: узагальнено літературні та власні експериментальні дані щодо нарощування біомаси бакпрепарату та підбору захисного середовища, підготовлено патентна заявка.

25. **Боднарчук, О.В.**; Єресько, Г.О.; Кігель, Н.Ф.; Майборода, Ю.В.; Семенівська, О.А. (Інститут продовольчих ресурсів НААН). Спосіб Поточного Виробництва Кисловершкового Масла. Патент на винахід України 108580, Тра 12, 2015.

Особистий внесок здобувача: узагальнено літературні та власні експериментальні дані щодо технологічних особливостей кисловершкового масла, підготовлена патентна заявка.

26. Єресько, Г.О.; Майборода, Ю.В.; **Боднарчук, О.В.**; Король, О.В.; Балюбаш, В.А.; Альошичев, С.Є. (Інститут продовольчих ресурсів НААН). Спосіб Регулювання Вмісту Вологи в Кисловершковому Маслі та Спредах. Патент на корисну модель України 72792, Серп, 27, 2012.

Особистий внесок здобувача: узагальнено літературні та власні експериментальні дані щодо технологічних особливостей виготовлення кисловершкового масла, підготовлена патентна заявка.

27. Єресько, Г.О.; **Боднарчук, О.В.**; Майборода, Ю.В.; Суховецький, О.Л. (Інститут продовольчих ресурсів НААН). Спосіб Виробництва Кисловершкового Масла. Патент на корисну модель України 87959, Лют, 25, 2014.

Особистий внесок здобувача: узагальнено літературні та власні експериментальні дані щодо технологічних особливостей кисловершкового масла, підготовлена патентна заявка.

28. **Боднарчук, О.В.**; Кігель, Н.Ф.; Єресько, Г.О. Дослідження Впливу Способу Активізації Бакпрепарату у Виробництві Кисловершкового Масла. *Збірник Наукових Праць Ін-т Прод. Ресурсів НААН України, Продовольчі Ресурси* **2014**, 2, с 59–63.

Особистий внесок: проведено експериментальні дослідження, узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

29. **Боднарчук, О.В.;** Майборода, Ю.В.; Кігель, Н.Ф.; Єресько, Г.О. Деякі Технологічні Аспекти Виробництва Кисловершкового Масла. *Збірник Наукових Праць Ін-т Прод. Ресурсів НААН України, Продовольчі Ресурси* **2014**, 3, с 68–72.

Особистий внесок: проведено експериментальні дослідження, узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

30. Козак, М.В.; Наговська, В.О.; Гачак, Ю.Р.; Сливка, Н.Б.; **Боднарчук, О.В.** *Виробництво Масла та Спредів*, 2-е вид.; ЛНУВМБ імені С.З.Гжицького: Львів, 2015; с 200.

Особистий внесок здобувача: опрацювання літературних джерел, методів досліджень, написанні розділів 2-4, 6, оформленні матеріалів до друку.

31. **Боднарчук, О.В.** Дослідження Властивостей Молочно-жирових Емульсій в Залежності від Дози Стабілізаційної Системи. В *Ресурсо- та Енергоощадні Технології Виробництва та Пакування Харчової Продукції – Основні Засади її Конкурентоздатності*, Матеріали VII Міжнародної Спеціалізованої Науково-Практичної Конференції, Київ, Україна, Вересень 13, 2018; Гавва О.М., Ред.; НУХТ, 2018; с 34.

32. **Боднарчук, О.В.** Вплив Композиційного Складу Заквашувальних Культур для Кисловершкового Спреду на їх Смако-ароматичні Речовини. В *Нові Ідеї в Харчовій Науці – Нові Продукти Харчовій Промисловості*, Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 130-річчю Національного університету харчових технологій, Київ, Україна, Жовтень 13-16, 2014, Українець А.І., Ред.; НУХТ, 2014; с 698–699.

33. **Боднарчук, О.В.;** Філь, О.В. Дослідження Впливу Стабілізаторів Структури на Властивості Вершків як Основи для Низькожирних Маслоподібних Продуктів. У *Хімія та Сучасні Технології*, Матеріали Міжнародної Науково-технічної конференції, Дніпро, Україна, Квітень 26-28, 2017, Сухий К.М., Ред.; ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», 2017; с 25.

Особистий внесок здобувача: дослідження впливу стабілізаторів структури на властивості вершків, підготовка матеріалів до друку.

34. Савчук, А.І. **Боднарчук, О.В.**; Король, О.В.; Кігель, Н.Ф. Відбір Культур для Кисловершкового Масла. В *«Біотехнологія XXI століття»*, Матеріали VI Всеукраїнської Науково-практичної Конференції, Київ, Україна, Квітень 5, 2012, Ред.; НТУУ «КПІ», 2012; с 106–107.

Особистий внесок: проведення досліджень з ідентифікації молочнокислих мікроорганізмів, підготовка матеріалів до друку.

35. Савчук, А.І.; Кігель, Н.Ф.; **Боднарчук, О.В.**; Король, О.В. Особливості Функціонування Заквашувальної Мікрофлори під час Біологічного Дозрівання Вершків для Виробництва Кисловершкового Масла. *Молодь і поступ біології*, Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів, Львів, Україна, квітень 3-6, 2012, Львівський національний університет ім. І.Я.Франка, Львів: 2012, с 146 – 147.

Особистий внесок: проведено експериментальні дослідження, узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

36. Мурашко, Н.О.; **Боднарчук, О.В.** Вплив Закваски на Органолептичні Властивості Кисловершкових Спредів. У *Біотехнологія XXI століття*, Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 135-й річниці від дня народження Олександра Флемінга, Київ, Україна, Квітень 22, 2016, Ред.; НТУУ «КПІ», 2016; с 55.

Особистий внесок здобувача: проведення досліджень, підготовка матеріалів до друку.

37. Мурашко, Н.О.; **Боднарчук, О.В.** Дослідження Ароматичних Властивостей Спредів. *«Біотехнологія XXI століття»*, В Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції «Біотехнологія XXI століття», присвяченої 135-й річниці від дня народження Олександра Флемінга, Київ, Україна, Квітень 22, 2016, Ред.; НТУУ «КПІ», 2016; с 56.

Особистий внесок здобувача: проведення досліджень, підготовка матеріалів до друку.

38. Савчук, А.И.; Боднарчук, О.В.; Король, Е.В. Подбор Штаммов Лактобактерий для Ипользования в Производстве Кислосливочного Масла. *Актуальные проблемы инфекционной патологии и биотехнологии*, Материалы V Всероссийской студенческой научной конференции, Ульяновск, Россия, Апрель 25-26, 2012, Ред.; Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия, 2012, с 123-126.

Особистий внесок: проведено експериментальні дослідження, узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

39. Боднарчук, О.В. Фізіологічні Аспекти Використання Замінників Молочного Жиру у Виробництві Емульсійних Продуктів. В *Наукові Здобутки Молоді – Вирішенню Проблем Харчування Людства у XXI Столітті*, 81 Міжнародна Наукова Конференція Молодих Учених, Аспірантів і Студентів, Київ, Україна, Квітень 23-24, 2015, Українець А.І., Ред.; НУХТ, 2015; с 331–332.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень	27
Вступ	28
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	
1.1. Асортимент продуктів маслоробної галузі та їх цінність як продуктів харчування	36
1.2. Характеристика мікрофлори ферментованих продуктів маслоробства	42
1.3. Спектр смако-ароматичних сполук ферментованих продуктів маслоробства	45
1.4. Бактеріальні препарати та їх роль у виробництві ферментованих продуктів маслоробства	50
1.5. Технологічні аспекти виробництва ферментованих продуктів маслоробства	54
<i>Висновки до розділу 1</i>	73
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Організація роботи	75
2.2. Об'єкти та предмет досліджень	78
2.3. Методи досліджень	78
2.3.1. Мікробіологічні методи отримання чистих культур із самоквасних молочних продуктів та масла домашнього вироблення	78
2.3.2. Дослідження біотехнологічних характеристик штамів лакто- і пропіоновокислих бактерій та їх заквашувальних композицій	79
2.3.3. Мікробіологічні показники продуктів	80
2.3.4. Фізико-хімічні методи дослідження заквашувальних композицій, молочного жиру, замінників молочного жиру, молочно-жирових емульсій, ферментованих продуктів маслоробства	80
2.3.5. Біохімічні дослідження	83
2.3.6. Структурно-механічні характеристики продуктів	83
2.3.7. Дослідження ростових параметрів культур мікроорганізмів та їхніх композицій	84
2.3.8. Умови одержання сухого препарату та методи досліджень його властивостей	85
2.3.9. Визначення біологічної цінності	85
2.3.10. Проведення експериментальних виробок ферментованих молочно-жирових продуктів	86
2.4. Статистична обробка експериментальних даних	87
<i>Висновки до розділу 2</i>	87
РОЗДІЛ 3. СТВОРЕННЯ ЗАКВАШУВАЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙ МОЛОЧНО- ТА ПРОПІОНОВОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ ДЛЯ ФЕРМЕНТОВАНИХ МОЛОЧНО-ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ РІЗНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПЕЦИФІКИ	
3.1. Відбір штамів молочно- та пропіоновокислих бактерій	90
3.2. Дослідження властивостей мезофільних і термофільних молочно- та	

пропіоновокислих бактерій	91
3.3. Створення заквашувальної композиції для біодозрівання вершків для виробництва кисловершкового масла за класичною технологією методом збивання	97
3.4. Особливості конструювання заквашувальної композиції для виробництва кисловершкового масла методом перетворення високожирних вершків	106
3.5. Особливості конструювання заквашувальної композиції для виробництва кисловершкових спредів методом перетворення жирової суміші	112
3.6. Дослідження особливостей функціонування заквасок під час виробництва кисловершкового масла різними методами та їх вплив на якість та стійкість під час зберігання.	119
3.7. Дослідження антагоністичної активності заквашувальних композицій та її складових	130
<i>Висновки до розділу 3</i>	134

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА БІОТЕХНОЛОГІЙ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ФЕРМЕНТОВАНИХ МОЛОЧНО-ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ

4.1. Розробка біотехнології бактеріального препарату «КВМ-С1» для виробництва кисловершкового масла методом збивання	136
4.1.1. Опрацювання способу підготування посівного матеріалу	136
4.1.2. Визначення оптимального складу поживного середовища та умов культивування біомаси	137
4.1.3. Дослідження впливу умов ліофілізації бактеріальної маси на властивості бакпрепарату «КВМ-С1»	144
4.2. Розробка біотехнології бактеріального препарату «КВМ-П» для виробництва кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ	146
4.2.1. Дослідження впливу складу поживного середовища на біохімічну активність посівного матеріалу	146
4.2.2. Опрацювання складу поживного середовища та умов нагромадження заквашувальної композиції	151
4.2.3. Підбір захисного середовища для ліофілізації біомаси	164
4.3. Розробка біотехнології бактеріального препарату «КВС-П» для виробництва кисловершкового спреда методом перетворення жирової суміші ...	167
4.3.1. Опрацювання складу поживного середовища та умов нагромадження заквашувальної композиції	167
4.3.2. Підбір захисного середовища	178
4.4. Характеристика отриманих бакпрепаратів, отриманих у промислових умовах та визначення умов їхнього зберігання	180
<i>Висновки до розділу 4</i>	185

РОЗДІЛ 5. ВИЗНАЧЕННЯ СПОСОБІВ АКТИВІЗАЦІЇ ТА ДОЗИ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЯХ ФЕРМЕНТОВАНИХ МОЛОЧНО-ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ

5.1. Вибір поживного середовища для приготування закваски з	
---	--

бакпрепарату «КВМ-С1» для виробництва КВМ методом збивання	186
5.2. Визначення дози закваски та її впливу на якісні показники кисловершкового масла, виробленого методом збивання	187
5.3. Визначення дози бакпрепарату «КВМ-С1» для прямого використання для виготовлення кисловершкового масла методом збивання	188
5.4. Дослідження способу застосування бакпрепарату «КВМ-П» у виробництві кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ	190
5.5. Опрацювання технологічних режимів підготування закваски з бакпрепарату «КВМ-П» для кисловершкового масла	191
5.5.1. Вибір поживного середовища для закваски	191
5.5.2. Вплив технологічних режимів виробництва закваски на її ароматоутворення	193
<i>Висновки до розділу 5</i>	199
РОЗДІЛ 6 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ БАКПРЕПАРАТІВ У ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТАХ МАСЛОРОБСТВА ПІД ЧАС ЇХ ВИРОБНИЦТВА ЗА РІЗНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ ТА ВПРОДОВЖ ЗБЕРІГАННЯ	
6.1. Дослідження впливу бакпрепарату «КВМ-С1» на формування смако-ароматичних та структурно-механічних характеристик вершків у процесі біологічного дозрівання за виробництва кисловершкового масла методом збивання	198
6.1.1. Вибір температурного режиму дозрівання вершків	198
6.1.2. Дослідження ефективності бактеріального препарату «КВМ-С1» під час дозрівання вершків для виробництва кисловершкового масла	206
6.1.3. Дослідження ароматичних властивостей КВМ, виробленого за «літньою» та «зимовою» технологіями впродовж зберігання у спожитковом пакуванні	213
6.1.4. Дослідження зміни показників якості кисловершкового масла, виробленого за «літньою» та «зимовою» технологіями упродовж зберігання у моноліті	218
6.2. Дослідження впливу бакпрепарату «КВМ-П» на процес ароматоутворення у кисловершковому маслі, виробленого методом перетворення високожирних вершків	222
6.2.1. Обґрунтування способу виробництва кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ та дослідження впливу закваски на його якість.	222
6.2.2. Аналіз мікробіологічних, фізико-хімічних та біохімічних показників кисловершкового масла впродовж зберігання за різних температур	227
6.2.2.1. Зміна показників якості кисловершкового масла впродовж зберігання у спожитковому пакуванні за температур $-(5-0)^{\circ}\text{C}$ та $-(6-11)^{\circ}\text{C}$	227
6.2.2.2. Зміна показників якості кисловершкового масла в умовах низькотемпературного зберігання у моноліті за температур $-(6-11)^{\circ}\text{C}$ та $-(12-18)^{\circ}\text{C}$	241
6.2.3 Порівняльна оцінка кисловершкового масла розробленого та імпортованого виробництва	257

6.3. Дослідження впливу бакпрепарату «КВС-П» на процес ароматоутворення у кисловершкових спредах, вироблених методом перетворення жирової суміші	259
6.3.1. Дослідження якості замінників молочного жиру	259
6.3.2. Дослідження впливу закваски на показники якості кисловершкових спредів	269
6.3.3. Дослідження фізико-хімічних та біохімічних показників кисловершкових спредів впродовж зберігання	273
6.4. Дослідження закономірностей функціонування бакпрепаратів за ферментування молочно-жирових емульсій як основи біотехнології кисловершкових паст	281
6.4.1. Дослідження впливу стабілізаційних систем на властивості вершків як основи для низькожирних продуктів маслоробства	281
6.4.2. Дослідження властивостей молочно-жирових емульсій з фазовою структурою «жир у воді» у залежності від масової частки жиру та стабілізуючих систем	286
6.4.3. Дослідження закономірностей формування смако-ароматичних властивостей у кисловершкових пастах	304
6.4.4. Дослідження впливу бактеріальних культур на мікробіологічні показники молочно-жирових емульсій та кисловершкових паст	311
6.5. Економічна ефективність та соціальна значимість наукової розробки	314
<i>Висновки до розділу 6</i>	320
ВИСНОВКИ	323
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	327
ДОДАТКИ	361
А. Характеристика перспективних штамів	362
Б. Свідчення про депонування штамів	363
В. Результати перевірки безпечності штамів	375
Г. Нормативна документація	381
Д. Документи, що підтверджують впровадження бактеріальних препаратів «КВМ-С1», «КВМ-П», «КВС-П»	389
Е. Документи, що підтверджують впровадження ферментованих молочно-жирових продуктів з використанням розроблених бак препаратів	394
Є. Протоколи дегустації ферментованих продуктів маслоробства	399
Ж. Патенти	404

ПЕРЕЛІК УМОВИХ ПОЗНАЧЕНЬ

КВМ	– кисловершкове масло
СВМ	– солодковершкове масло
КВС	– кисловершковий спред
СВС	– солодковершковий спред
Метод ПВЖВ	– метод перетворення високожирних вершків
ВЖВ	– високо жирні вершки
ЗМЖ	– замінник молочного жиру
КУО	– колонія утворювальна одиниця
МЗА	– молокозсідальна активність
ТА	– тирована кислотність
МКБ	– молочнокислі бактерії
АМКБ	– ароматоутворювальні молочнокислі бактерії
МКП	– молочнокислі палички
ПКБ	– пропіоновокислі бактерії;
БГКП	– бактерії групи кишкової палички
ПС	– поживне середовище
КР	– культуральна рідина
ЗС	– захисне середовище
КВ	– коефіцієнт варації
М	– середнє значення показника
m	– похибка середнього
СЗМ	– сухе знежирене молоко
КМБ-УФ	– концентрат молочних білків
КСБ-УФ	– концентрат сироваткових білків
ДС	– демінералізована сироватка
м.ч.ж.	– масова частка жиру;
<i>S. thermophilus</i> , <i>S. therm</i>	– <i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>L. bulgaricus</i> , <i>L. bulg.</i>	– <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>
<i>L. casei</i>	– <i>Lactobacillus casei</i> ssp. <i>casei</i>
<i>P. freudenreichii</i> , <i>P. fr</i>	– <i>Propionibacterium freudenreichii</i> ssp. <i>shermani</i>
<i>L. diacetylactis</i>	– <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>diacetylactis</i>
<i>L. lactis</i>	– <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i>

ВСТУП

Актуальність теми. Особлива роль ферментованих молочних продуктів обумовлена їх мікробіологічним та біохімічним складом, завдяки якому підвищується їх харчова цінність та стійкість до зберігання, отож у здоровому харчуванні вони не потребують додаткової аргументації.

Враховуючи досвід іноземних країн з розвинутою молочною промисловістю, доцільним є створення в Україні ферментованих молочно-жирових продуктів, оскільки асортимент вітчизняної маслоробної галузі представлений практично традиційним солодковершковим маслом та спредами. Частка кисловершкового масла (КВМ) є надзвичайно мала і вироблена лише іноземними виробниками.

Відродження виробництва кисловершкового масла та оновлення асортименту продукції маслоробства стримується відсутністю цільових бактеріальних культур, адаптованих до відповідних технологій та здатних до активного функціонування у не специфічній для них молочно-жировій сировині.

Враховуючи особливості технології кисловершкового масла методом збивання, заквашувальні культури орієнтовані на ферментування вершків за низьких температур дозрівання та забезпечення належного перебігу біохімічних перетворень. Натомість, придатність культур для виробництва кисловершкового масла методом перетворення високожирних вершків (ВЖВ), полягає у їх збагаченні різноманітними продуктами метаболізму (молочною кислотою, леткими органічними кислотами, ефірами, вільними амінокислотами), що є вирішальним у формуванні смакового «букету» продукту.

Значний внесок у розроблення теоретичних і практичних основ виробництва кисловершкового масла зробили вітчизняні та закордонні вчені: Д.В. Качераускіс (1968), В.М. Лаузакас (1977), А. Люткевічюс (1980), Е. Грінене (1978), Д. Христаускене (1978), А. Буткене (1980), В.Ф. Вишемирський (1995), О.Й. Цісарик (2015), R.S. Lindsay (1965), S. Mallia (2008) та ін., однак ферментування молочно-жирових систем, здатних забезпечити високу якість ферментованим продуктам маслоробства відповідно до сучасного науково-технічного рівня, досліджено вкрай недостатньо.

Технологічна реалізація даної ідеї вимагає розроблення наукових основ нового актуального і перспективного напрямку, спрямованого на вивчення способів біомодифікації жирових систем молочного та комбінованого складу, особливостей життєдіяльності та метаболічної активності в них заквашувальних культур. Очевидно, що ефективність культур залежатиме від вибору їх видового складу і функціонально-технологічних властивостей.

Тому розроблення на цих засадах нових біотехнологій бактеріальних препаратів та їх практичне застосування позитивно вплине на об'єми та ефективність виробництва молочно-жирових ферментованих продуктів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана в Інституті продовольчих ресурсів НААН (ІПР НААН) у межах 4 науково-дослідних бюджетних тем відділів маслоробства та біотехнології: “Дослідити формування структурно-механічних та смакових характеристик вершків під впливом закваскової мікрофлори у процесі маслоутворення”, номер державної реєстрації 0109U002600 (2009-2010 р.р.); “Розробити технологію виробництва кисловершкового масла з ароматизацією на стадії формування структури продукту”, номер державної реєстрації 0111U002169 (2011-2013 р.р.); Розробити ресурсоощадні технології виробництва молочно-рослинних жирових продуктів”, номер державної реєстрації 0111U001491 (2014-2015 р.р.); “Теоретичні основи формування властивостей молочно-жирових емульсій з фазовою структурою “жир у воді””, номер державної реєстрації 0116U002440 (2016-2020 р.р.).

Мета та задачі дослідження. *Метою роботи є* розробка біотехнологій бактеріальних препаратів на основі молочно- та пропіоновокислих мікроорганізмів та встановлення особливостей їх застосування у виробництві ферментованих продуктів маслоробства.

Для досягнення поставленої мети було визначено наступні **завдання**:

- здійснити скринінг штамів молочно- та пропіоновокислих бактерій за фізіолого-біохімічними та біотехнологічними ознаками, важливими для маслоробства та створити на їх основі перспективні заквашувальні композиції для ферментованих молочно-жирових продуктів різної технологічної специфіки;

- визначити метаболічну активність бактеріальних композицій мезофільних видів лактобактерій або їх комбінацій з термофільними видами у різних технологіях кисловершкового масла;
- розробити технології бактеріальних препаратів, визначити способи їх активізації та дози застосування у виробництві різних ферментованих продуктів маслоробства;
- визначити роль бакпрепарату у формуванні смако-ароматичних та структурно-механічних характеристик вершків у процесі біологічного дозрівання у технології кисловершкового масла методом збивання;
- дослідити вплив бакпрепаратів на процес ароматоутворення у кисловершковому маслі та спредах, вироблених методом перетворення високожирних вершків та жирових сумішей;
- встановити закономірності функціонування розроблених бакпрепаратів під час ферментування молочно-жирових емульсій різної жирності як основи біотехнології кисловершкових паст;
- визначити основні фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні характеристики ферментованих молочно-жирових продуктів в процесі виробництва і зберігання;
- розробити та затвердити нормативні документи на виробництво бакпрепаратів та ферментованих продуктів маслоробства з їх використанням; здійснити апробацію розроблених технологій у промислових умовах; визначити їх економічну ефективність.

Об'єкт дослідження – біотехнології бактеріальних препаратів на основі штамів молочно- і пропіоновокислих бактерій та ферментованих продуктів маслоробства.

Предмет дослідження – фізіолого-біохімічні властивості штамів молочно- та пропіоновокислих мікроорганізмів; біотехнологічні властивості заквашувальних композицій, заквасок і бактеріальних препаратів; параметри росту бактеріальних препаратів; поживні та захисні середовища, замінники молочного жиру, стабілізатори структури, ферментовані продукти маслоробства.

Методи досліджень. Загальні біотехнологічні методи, мікробіологічні (для визначення стабільності мікробіологічних показників заквашувальних культур та продуктів), фізико-хімічні (для визначення технологічних характеристик сировини і продуктів), біохімічні (для визначення основних смако-ароматичних властивостей заквашувальних культур та продуктів), інструментальні (для визначення структурно-механічних показників продуктів) та математично-статистичні методи для оброблення результатів досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробці науково-практичних положень для створення біотехнологій широкого асортименту ферментованих продуктів маслоробства, які базуються на особливостях процесів ферментації жирових систем (молочного та комбінованого складу) за використання різних за видовим складом і функціональною активністю бактеріальних препаратів.

Вперше:

- визначено основні критерії оцінки функціонально-технологічних властивостей заквашувальних композицій: кислотоутворювальна активність, стійкість до низьких трьохступінчастих температурних режимів дозрівання та біохімічна активність для ферментування різних молочно-жирових систем та забезпечення визначальних фізико-хімічних та органолептичних показників якості продуктів відповідно до виду та технологічних особливостей виробництва;

- визначено біотехнологічні режими нагромадження біомаси нових комплексних заквашувальних композицій «КВМ-С1», «КВМ-П» і «КВС-П» для ферментування молочно-жирових систем: співвідношення між компонентами композицій, температура і тривалість культивування, склад захисного середовища, умови консервування та зберігання, які забезпечують стабільність складу і функцій готових бакпрепаратів;

- встановлено закономірності процесів ферментування жирових систем (вершків, молочного жиру та його комбінування з немолочним) у залежності від якісного та кількісного складу бактеріальних препаратів;

- встановлено та обґрунтовано для виробництва КВМ методом збивання диференційовані температурні режими дозрівання вершків з урахуванням сезонної

специфіки хімічного складу молочного жиру: для сировини весняно-літнього періоду року за значень йодних чисел 34,5-40,1 – 21°C (6 год) – 13°C (4 год) – 8°C (8-14 год), а в осінньо-зимовий період за значень йодних чисел 29,1-34,5 – 8°C (2 год) – 21°C (7 год) – 13°C (10-14 год); їх застосування забезпечує кристалізацію молочного жиру та створює оптимальні умови для життєдіяльності заквашувальної лактофлори;

- виявлено взаємозв'язок фізико-хімічних і смако-ароматичних властивостей дозрілих вершків та кисловершкового масла за ступінчастими режимами дозрівання від інтенсивності сквашування вершків бактеріальним препаратом «КВМ-С1»; встановлено, що високі показники якості готового продукту досягаються за умови дозрівання вершків до кислотності 60 °T;

- доведено, що основним фактором регулювання ароматоутворення та якості кисловершкового масла, виготовленого методом збивання, є кислотність сквашених вершків. Процес ароматоутворення у виробництві кисловершкового масла та кисловершкових спредів методом перетворення високожирних вершків та жирової суміші можна регулювати дозою та кислотністю закваски;

- доведено, що збагачення кисловершкового масла та кисловершкових спредів заквасками на стадії формування структури продукту, вироблених методом перетворення відповідно ВЖВ і жирової суміші, інтенсифікує технологічний процес виробництва, забезпечує рівномірне розподілення закваски в продукті, підвищує якість цільових продуктів.

Отримали подальший розвиток дані щодо:

- наукового обґрунтування критеріїв селекції мікроорганізмів для ферментування молочно-жирових систем, здатних забезпечити високу якість ферментованих продуктів маслоробства;

- динаміки розвитку і функціонування різних за видовим складом бактеріальних препаратів у неспецифічній молочно-жировій сировині.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено біотехнології 3-х полівидових бактеріальних препаратів прямого внесення для ферментованих продуктів маслоробства з гарантованою чисельністю клітин не менше $7,4 \cdot 10^{10}$

КУО/Г: «КВМ-С1» – для виробництва кисловершкового масла методом збивання, «КВМ-П» – для кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ, «КВС-П» – для кисловершкових спредів методом перетворення жирової суміші.

Поповнено колекцію промислових мікроорганізмів ІПР НААН 12-ма перспективними для маслоробства штамми молочно- та пропіоновокислих бактерій, з яких: 5 штамів *L. diacetylactis*, 1 штам *L. cremoris*, 2 штамми *L. lactis*, 1 штам *S. thermophilus*, 1 штам *Lb. bulgaricus*, 1 штам *Lb. casei*, 1 штам *P. freudenreichii*. Всі штамми задепоновано у Національній колекції промислових мікроорганізмів Інституту мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України (ІМВ НАНУ). Оригінальність бактеріальних композицій, та новизну технологічних рішень щодо їх використання у виробництві кисловершкового масла та спредів, підтверджено 2-ма патентами на винахід, 2-ма патентами на корисну модель. За результатами дисертаційної роботи розроблено 2 пакети нормативних документів: ТУ У 15.5-00419880-104:2010 «Культури заквашувальні для кисловершкового масла», технологічні інструкції на виробництво кисловершкового масла до ДСТУ 4399:2005 та на виробництво спредів до ДСТУ 4445:2005, ТУ У 10.5-00419880-142:2018 «Пасти кисловершкові. Технічні умови», ТІ.

Розроблені технології бакпрепаратів було апробовано у промислових умовах на Державному дослідному підприємстві ІПР НААН, а технології ферментованих продуктів маслоробства з їх використанням – на маслоробних підприємствах України: ПАТ «Житомирський маслозавод» (Житомирська обл.); ТОВ «Самбірський молокозавод» (Львівська обл.); ТзОВ «Львівагропродукт» (Львівська обл.).

Соціальна значимість розроблених біотехнологій полягає в розширенні асортименту ферментованих продуктів маслоробства з високими органолептичними показниками та біологічною цінністю.

Особистий внесок здобувача полягає в теоретичному аналізі проблеми, визначенні актуального напрямку досліджень, організації та виконанні експериментальних досліджень, обробці та узагальненні отриманих даних, описі результатів досліджень, підготовці матеріалів до публікацій, розробленні патентів.

Аналіз та обговорення результатів досліджень, формулювання висновків проведено спільно з науковим консультантом – д.т.н. Кігель Н.Ф. Окремі фрагменти роботи виконано у співавторстві зі співробітниками ІПР НААН: к.б.н. Рожанською О.М. (селекційна робота), д.т.н. Даниленко С.Г. (апробація бактеріальних препаратів у промисловому виробництві), к.б.н. Жуковою Я.Ф. (біохімічні дослідження), к.т.н. Майбородою Ю.В. (впровадження технологій ферментованих продуктів маслоробства у промислове виробництво).

Особистий внесок здобувача підтверджується представленими документами й науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи доповідали на VI Всеукраїнській науково-практичній конференції «Біотехнологія XXI століття» (2012 р., м. Київ), Міжнародній науковій конференції «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості» (2014 р., м. Київ), 81 Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (2015 р., м. Київ), X Всеукраїнській науково-практичній конференції «Біотехнологія XXI століття» (2016 р., м. Київ), Міжнародній науково-технічній конференції «Хімія та сучасні технології» (2017 р., м. Київ), VII Міжнародній спеціалізованій науково-практичній конференції "Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва та пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності" (2018 р., м. Київ).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 39 наукових праць, у тому числі 23 статті у наукових фахових виданнях (з них 15 статей у вітчизняних журналах, які представлено у міжнародних виданнях наукометричних баз даних, 3 статті у наукових виданнях інших країн, серед яких 2 статті у *Scopus* та *Web of Science*), 2 патенти на винахід, 2 патенти на корисну модель, 2 статті в інших наукових виданнях, 1 навчальний посібник з грифом наданим Міністерством аграрної політики та продовольства України, 9 тез доповідей в збірниках конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі змісту, вступу, огляду літератури, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел (330 найменувань) і 7 додатків на 50 сторінках. Робота містить 326 сторінок основного тексту, 89 рисунків та 71 таблицю.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Асортимент продуктів маслоробної галузі та їх цінність як продуктів харчування

Асортиментна політика підприємств молочної промисловості, і маслоробної галузі зокрема, повинна бути спрямована на підвищення рівня конкурентоспроможності молочної продукції, удосконалення якості і безпеки продукції, а також на постійне оновлення її асортименту.

Особливу увагу слід приділяти відродженню і збереженню класичних національних продуктів, насиченню ринку ферментованими продуктами, висока смакова якість яких, оздоровчий і навіть лікувальний вплив на організм споживачів доведено віками (1-5).

На жаль, у маслоробній галузі майже у всіх регіонах виробництво представлено лише традиційними солокодвершковим маслом і спредами. На внутрішньому ринку їх частка складає 46,1 % від загальної кількості молочної продукції. Практично у всіх регіонах є виробництво даної продукції. За даними Державної фіскальної служби, у 2018 році Україна увійшла до п'ятірки світових експортерів вершкового масла, що свідчить про зростання популярності даного продукту серед споживачів інших країн. Основними імпортерами масла були Азербайджан, Нідерланди, Грузія. У вартісному еквіваленті вершкового масла експортовано на 128,6 млн. дол. США (6).

Однак, за даними Державної служби статистики України виробництво молока-сировини щороку скорочується і за 5 місяців в 2019 року вже зменшилося на 2,5 %. Щоб підтримувати споживання молока і молочних продуктів і задовольнити потреби населення у здоровому і якісному харчуванні виробники змушені бути зацікавлені у виготовленні продукції за оригінальними технологіями (7).

Міжнародна класифікація асортименту вершкового масла та продуктів маслоробства на молочній основі є частиною класифікації жирових продуктів згідно зі стандартом ММФ 166:1993 і законодавчим актом ЄС №2991/94 та включає декілька груп. Відповідно до світових стандартів вершкове масло традиційного складу виробляється виключно із молока і є еталонним жировим продуктом з м.ч. жиру не менше 80 %. Крім масла традиційного складу у світі виробляються і

низькожирні продукти. Згідно даної класифікації називають вершковим маслом з відповідним уточненням. Зокрема, продукти з м.ч. жиру 60-62 % і навіть 40 % називають вершковим маслом з відповідним доповненням до їх жирності відносно масла традиційного складу (пониженої жирності, напівжирне). Частину продуктів з проміжними діапазонами жирності (>62 - <80 % та >41 - < 60) позначають як молочні спреди, а з м.ч. жиру менше 39 % як низькожирні молочні спреди.

В Україні вершкове масло з традиційним солодковершковим смаком та запахом залежно від м.ч. жиру поділяють на групи: масло вершкове екстра (м.ч. жиру 80,0-85,0 %), масло вершкове селянське (м.ч. жиру 72,5-79,9 %), масло вершкове бутербродне (м.ч. жиру 61,5-72,4 %) (8).

Об'єднання продуктів на основі молочного жиру з м.ч. жиру від 61,5 % до 85 % у групу «вершкове масло» є не безпідставними, а достеменно обґрунтованим численними дослідженнями щодо впливу співвідношення жир/плазма на процес маслоутворення і формування показників якості готового продукту. Саме за такого діапазону м.ч. жиру з використанням існуючих методів виробництва можливе формування типу структури продукту «вода у жирі», характерного для вершкового масла традиційного складу з наявністю кристалізаційних і коагуляційних зв'язків у певному співвідношенні, що є ознакою твердоподібної і одночасно пластичної консистенції продуктів. Дана група вершкового масла за реологічними та структурно-механічними характеристиками відрізняється від продуктів з пастоподібною консистенцією (9,10).

З урахуванням виду використовуваної сировини та інгредієнтів, особливостей смакового букету вершкове масло ділиться на кисло- та солодковершкове, солоне та несолене (8). Воно має приємний смак, легко перетравлюється, добре засвоюється організмом (10,11). До властивостей масла, що визначають його користь та здатність задовольняти потреби людини в харчуванні, належать його поживність (хімічний склад, енергетичні показники, засвоюваність, біологічна цінність), фізичні властивості, органолептичні показники, харчова безпечність, готовність до споживання, здатність до зберігання тощо (10,11).

Вершкове масло, завдяки виготовленню виключно із коров'ячого молока, містить необхідні для людини біологічно активні речовини (фосфоліпіди, ненасичені жирні кислоти, вітамін А, β -каротин та ін) і справедливо вважається своєрідним харчовим бальзамом (11,12).

Жирнокислотний склад молочного жиру – основної складової вершкового масла – відрізняється від складу інших жирів тваринного і рослинного походження, що використовуються у виробництві молоковмісних продуктів. Із понад 415 різноманітних жирних кислот, що містяться у складі триацилгліцеролів ліпідів молока, лише 10-12 є головними і складають більше 1 %. А завдяки високому вмісту насичених жирних кислот (58-78) % молочний жир з точки зору харчування людини відносять до насичених жирів (13,14). У молочному жирі виявлені унікальні жирні кислоти, характерні лише для молока жуйних тварин. Це зокрема масляна кислота, розгалужені жирні кислоти, цис-9-транс-11 кон'югована лінолева кислота та її попередник вакценова кислота (15). Особливих фізіологічних властивостей маслу надають коротколанцюгові жирні кислоти, що входять до складу молочного жиру — масляна, капронова та ін. Вони не піддаються звичайному β -окисненню, а розкладаються на декарбонові кислоти ω -окисненням, тому їх тригліцериди не відкладаються у вигляді жирових запасів у людському організмі. Загальна масова частка даних кислот у молочному жирі становить 8,57-11,83 % (11,16).

Життєво важливі функції виконують при цьому такі ненасичені жирні кислоти як лінолева, ліноленова, арахідонова та їх композиції між собою та з іншими кислотами. Також вказані жирні кислоти вважаються факторами росту у дітей, та й доросла людина без них не може нормально існувати. Встановлено участь лінолевої кислоти, сірковмісних амінокислот, вітамінів А і Е у диханні клітин. Відома також позитивна дія ненасичених жирних кислот на імунну систему людини (37). Загальна частка поліненасичених кислот у молочному жирі становить від 1,69 до 2,88 % (11,17-19).

Існують дані про вміст у молочному жирі і, відповідно, у вершковому маслі полієнових кислот ряду C20-C22 (входять до складу фосфатидів мозку і печінки).

Дані кислоти мають дивінілметилову структуру і утворюються переважно з лінолевої та ліноленової кислот (13,16).

Вершкове масло як природний жир тваринного походження в організмі людини перебуває у вигляді тонкої емульсії. Це дозволяє йому потрапляти через епітелій травного тракту безпосередньо в лімфатичну систему кишечника і далі, у велике коло кровообігу разом з вітамінами та іншими життєво важливими речовинами. Саме цим пояснюється висока засвоюваність вершкового масла (16). Завдяки наявності фосфоліпідів і оптимальному співвідношенню лицетин-холестерин даний молочний продукт здійснює позитивний вплив на баланс кальцію і фосфору в організмі людини (11,20). Загалом вершкове масло за своєю фізіологічністю перевершує практично всі відомі жири, як трансформовані хімічним шляхом, так і натуральні (11). Вказані особливості характерні для кожного виду вершкового масла.

Особливістю кисловершкового масла є специфічність кисломолочного смаку, притаманний «домашньому» маслу. Відмінний від солодковершкового масла смако-ароматичний букет обумовлений життєдіяльністю заквашувальних культур, які призводять до утворення вищого та урізноманітненого вмісту у кисловершковому маслі молочної кислоти, діацетилу, летких кислот, ефірів і спиртів (21,22). Дані сполуки, також пригнічують ріст патогенних мікроорганізмів і цим самим підтримують безпеку продукту та сприяють збереженню натуральності продукту, розвитку нормальної мікрофлори травного тракту людини та підвищують функціональну цінність кисловершкового масла у порівнянні з іншими видами (11).

Головна відмінність KBM від солодковершкового зумовлена діяльністю мікроорганізмів заквашувальних культур, зокрема їх здатністю продукувати важливі для організму людини молочну кислоту та діацетил, які надходять до кишечника не ушкодженими (12). Позитивний вплив молочної кислоти та діацетилу полягає у їх протимікробній дії: молочна кислота інгібує розвиток гнилістних бактерій (4,5,23), а діацетил — ріст *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* (24), *Salmonella* (25).

Отже, дані сполуки, пригнічуючи ріст патогенних мікроорганізмів, сприяють розвитку нормальної мікрофлори травного тракту людини та підвищують

функціональну цінність кисловершкового масла у порівнянні з іншими видами даного продукту.

Слід зазначити, що зміна пріоритетів в харчуванні в останні роки у світі, змушує розширювати асортимент вершкового масла, створювати низькожирні його аналоги, а також спреди різної жирності (з комбінованим складом жирової фази). Використовуючи різноманітні жирові основи, сучасний споживач може регулювати жирову складову раціону у відповідності з потребами та особливостями організму.

Окрім того, виробництво останніх дозволяє зекономити додаткові ресурси сировини, збільшити випуск продукції, знизити її собівартість та залежність виробництва від сезонних коливань молока (26,27).

На сьогоднішній день однією із основних тенденцій удосконалення спредів є поліпшення їх фізіологічних властивостей і безпечності продукції. Зокрема, розробки нових видів молочно-жирових продуктів орієнтовані здебільшого на створення асортименту, який найповніше відповідає формулі збалансованого харчування. Особливу увагу акцентують на збалансуванні жирнокислотного складу жирової основи, підвищенні вмісту поліненасичених жирних кислот та зниженні загального вмісту насичених жирних кислот і транс-ізомерів (26-30).

Під час розробки молочно-рослинних жирових продуктів важливим також є зниження транс-ізомерів жирних кислот, які негативно впливають на здоров'я людини. Відповідно до потреб організму в ПНЖК, жирно кислотний склад ліпідів у харчових продуктах повинен бути збалансованим і складати 15-20 % поліненасичених, 45-50 % мононенасичених і 30-35% насичених. Це забезпечується поєднанням у раціоні 50 % рослинних і 50 % тваринних жирів (30).

Для оптимізації функціональних властивостей та харчової цінності спредів використовують замітники молочного жиру (ЗМЖ), отримані шляхом комбінування жирів з різною фізіологічною цінністю. Зокрема, рослинні жири, що особливо багаті поліненасиченими жирними кислотами; поєднують з молочним жиром та іншими тваринними жирами, підвищуючи в такий спосіб біологічну активність жирової композиції (27,30). Для підвищення корисних властивостей спредів та термінів їх зберігання у технологіях даних продуктів широкого використання набули

поліненасичені жирні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини, комплекси природних антиоксидантів (екстракти берести, меліси, «Aloe Vera, дигідрокверцетину, аскорбінової кислоти), харчові волокна, олігосахариди як пробіотики – субстрат для корисної мікрофлори), пребіотики. Багатьма дослідженнями доказано, що їх введення у певних дозах підвищує харчову та фізіологічну цінність продукту (13-45).

При щоденному споживанні таких продуктів спостерігається поліпшення стану здоров'я, а також можливість профілактики деяких захворювань, викликаних нестачею чи надлишком різних жирних кислот та інших складових сучасних жирових продуктів та окремих природних жирів та олій (35,36).

Враховуючи досвід іноземних країн з розвинутою молочною промисловістю доцільним є створення ферментованих жирових продуктів, які б не потребували модернізації та реконструкції існуючих цехів маслоробства, були привабливими для вітчизняних молокопереробних підприємств і конкурентоздатними на споживчому ринку країни. Перспективним є не лише відродження технологій кисловершкового масла, але й створення нових для України ферментованих молочно-жирових продуктів – кисловершкових спредів та паст (26,27,283).

Аналіз наукових досліджень функціональної та харчової значимості молочного жиру дозволив означити основні тенденції розвитку маслоробної галузі як такі:

- зниження в маслі вмісту жирової фази з одночасним збільшенням молочної плазми;
- поліпшення харчових та біологічних властивостей масла шляхом створення різновидів вершкового масла функціонального призначення з лікувально-профілактичними, дієтичними та оздоровчими властивостями з додаванням рослинних харчових добавок;
- направленою регулювання жирнокислотного складу жирової фази масла частковою заміною молочного жиру рослинними жирами, виробництво спредів та інших комбінованих жирових продуктів;
- створення ферментованих молочно-жирових продуктів.

1.2. Характеристика мікрофлори ферментованих молочно-жирових продуктів

Характерними представниками мікрофлори продуктів з високим вмістом жирової фази є молочнокислі мікроорганізми видів *Lactococcus*, *Leuconostoc* і *Streptococcus*. Відмічено, що у сметані та кисловершковому маслі їх кількість зазвичай є вищою, порівняно з молочнокислими паличками. Незважаючи на низьку здатність до гідролізу жиру, дані види мікроорганізмів є перспективними для промислового використання у виробництві жирових продуктів. Низьку здатність до виживання молочнокислих паличок видів *Lactobacillus acidophilus* *Lactobacillus bulgaricus* в даних продуктах пояснюють гіршою адаптацією останніх до середовища з високим вмістом жиру (46-48).

Мікробіологічні дослідження 9-х зразків кисловершкового масла показало присутність широкого спектру мікрофлори: 53,5 % *Lactococcus lactis*, 20,0 % *Lactococcus raffinolactis*, 7,7 % *Acetobacter cibinongensis*, 3,3 % *Lactococcus chungangensis*, 2,7 % *Lactobacillus helveticus*, 2,5 % *Leuconostoc lactis* і 1,4 % *Leuconostoc mesenteroides*. У 14 зразках сметани найбільш поширеними були наступні мікроорганізми: 39,4 % *Lactococcus lactis*, 10,6 % *Streptococcus thermophilus*, 6,1 % *Lactococcus raffinolactis*, 3,1 % *Acinetobacter lwoffii*, 1,7 % *Lactococcus chungangensis*, 7,7 % *Acetobacter cibinongensis* і 1,4 % *Acinetobacter johnsonii*. Було виявлено, що домінантними в зразках сметани та кисловершкового масла, як продуктів вироблених з ферментованих вершків, є *Lactococcus lactis* і *S. thermophilus* (48).

Водночас дослідженнями науковців О.Й. Цісарик та Л.В. Мусій (40) показано, що термофільні молочнокислі палички виду *Lactobacillus acidophilus* є стійкими до низькотемпературної обробки вершків, а виготовлене кисловершкове масло методом збивання зберігає свої проботичні властивості впродовж 35 діб за температури $-(5-0) ^\circ\text{C}$. Наприкінці зберігання чисельність мікрофлори була достатньо високою і складала $6,9 \lg \text{ КУО/г}$ (49-50).

Для формування оригінального смакового «букету» запропоновано виробництво кисловершкового масла з використанням кефірної закваски, приготованої на кефірних грибках. Присутність в маслі *L. acidophilus*,

Bifidobacterium spp., дріжджів в основному *Saccharomyces* spp. і *Kluyveromyces* spp., показали їх здатність розвиватися у жировій системі і придатність до виробництва цього виду продукту. Отриманий продукт характеризувався високою чисельністю чисельність *Lactococcus* spp – 8,58 log КУО/г та вищим у 2 рази вмістом ацетальдегіду порівняно з солодковершковим маслом (51).

При цьому було виявлено, що мікрофлора кефірної закваски у процесі дозрівання вершків здатна синтезувати ненасичені жирні кислоти, такі як бегенову, геникозанову та зйкозадієнову (52).

Турецькими дослідниками було з'ясовано, що у разі ферментування вершків пробіотичними штамами *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus acidophilus* і *Lactobacillus rhamnosus* поліпшується профіль жирних кислот вершків. Зокрема, спостерігали високий вміст насичених жирних кислот у вершках, ферментованих *Lactobacillus acidophilus*, тоді як найбільшу кількість моно- та поліненасичених жирних кислот виявлено у разі ферментування *Bifidobacterium lactis* (52-53).

Подібні факти було зафіксовано і іншими дослідниками. Завдяки ферментуванню вершків *Lb. acidophilus* накопичується кон'югована лінолева кислота (цис-9, транс-11 C18:2), яка є унікальна за своїми властивостями (12,13,54).

Отримано дані, що окремі штами *L. acidophilus*, *B. bifidum*, *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *P. thoenii*, *P. jensenii* та їх композиції здатні розвиватися у високожирних вершках (м.ч. жиру 52 %), збагачених соняшниковою, горіховою та соєвою оліями у кількості 2 % та змінювати жирнокислотний склад емульсії. Було зафіксовано активне нагромадження ненасичених жирних кислот, зокрема лінолевої кислоти, за участі *B. bifidum*. Очевидно, що ферментовані молочно-жирові емульсії набувають функціональності і є альтернативою для використання у виробництві молочних продуктів (55).

Для ферментування жирової основи комбінованого складу у виробництві кисловершкових спредів використовують пробіотичні штами *Lactobacillus acidophilus* разом з пребіотиками, зокрема харчові волокна полідекстрази. Було доведено, що харчове волокно, полідекстроза та ацидофільна паличка, інокульовані в пектинову фракцію у вигляді мікрокапсул, утворюють симбіотичний комплекс у

продукті. А це – один з перспективних шляхів виробництва функціональних емульсійних жирових продуктів з відповідними фізіологічними властивостями та підвищеною стійкістю до виживання живих мікроорганізмів (56-59).

Ірландськими вченими було показано, що чисельність біфідо- і лактобактерій в біоспреди впродовж зберігання залишається відносно стабільною і наприкінці 2 місяців зберігання за температури 4 °С складала не менше 10^5 КУО/г (60). Присутність біфідобактерій у кількості $4,3 \cdot 10^6$ КУО/г наприкінці 50 діб зберігання маргарину є досить несподіваною (60), оскільки є повідомлення, що незважаючи на високу концентрацію молочнокислих бактерій у свіжих продуктах (10^{10} КУО/г) за температури зберігання -3 °С їх кількість у вершково-рослинних спредах знижується до 10^1 КУО/г (60). Як правило, молочнокисла мікрофлора знаходиться, в основному, у водній фазі, диспергованій у жировій основі, яка є захистом від стресових факторів.

Усі види продуктів піддаються біохімічними змінам, які залежать як від властивостей самого продукту, так і від умов зберігання. Відомо, що харчове псування жирів розпочинається значно раніше, ніж викликані ним зміни органолептичних властивостей продукту. Зазвичай, у біохімічних перетвореннях у кисловершковому маслі беруть участь лактобактерії закваски, тоді як у солодковершковому зміни можуть бути ініційовані залишковою мікрофлорою (3).

Погіршення якості може відбуватися у результаті біохімічних процесів у плазмі завдяки життєдіяльності протеолітично активних груп мікроорганізмів. Зокрема, спороутворювальні бактерії, деякі холодостійкі ферменти дріжджів та плісені викликають розпад білків плазми масла з утворенням пептонів, поліпептидів, амінокислот, надаючи продукту нечистий гнилісний присмак та запах. Псування плазми можуть спричиняти і молочнокислі бактерії внаслідок зброджування лактози до високої концентрації молочної кислоти і бути причиною виникнення вад – олійного, рибного присмаків. На стійкість масла та його органолептичні властивості значимо впливають також гідролітичні та окиснювальні процеси в жировій фазі, викликані сторонньою мікрофлорою, яка володіє ліполітичними властивостями (26,281). Позитивним є те, що ферментовані жирові

продукти, в тому числі і кисловершкове масло, є стійкішими до процесів окиснення і не потребують використання синтетичних антиоксидантів, які з погляду безпеки харчування є не завжди схвальними (61). Натомість солодковершкове масло є сприятливішим середовищем для різних видів мікроорганізмів, які спричиняють погіршення смаку і аромату та знецінюють його якість під час зберігання (31). Пов'язують це з синтезом молочнокислих бактерій вітаміну С, що впливає на процес окиснення (61,62).

1.3. Спектр смако-ароматичних сполук ферментованих продуктів маслоробства

Смакові характеристики ферментованих продуктів залежать від кількісного та якісного складу летких та нелетких смако-ароматичних сполук, а також взаємодії між ними. Нелеткі компоненти (63) впливають лише на смак, а леткі відіграють ключову роль у формуванні як смаку, так і аромату (64). Спектр смако-ароматичних сполук у маслі є дуже різноманітним і непостійним у кількісному співвідношенні та залежить від раціону годівлі тварин, сезону виробництва, особливостей технологічного процесу та умов зберігання.

Смако-ароматичні характеристики кисловершкового масла формуються як за рахунок індивідуальних речовин жирової основи масла, так і внаслідок продуктів метаболізму заквашувальних культур (22). Інтенсивність їх нагромадження залежить від тривалості сквашування та дозрівання вершків. Загалом у маслі ідентифіковано біля 230 летких природних з'єднань компонентів, проте лише невелика кількість з них відіграє ключову роль в утворенні аромату (64).

Встановлено, що головна роль в ароматоутворенні кисловершкового масла належить заквасці. Саме діяльність мікроорганізмів призводить до формування оригінальних смако-ароматичних властивостей цього виду масла (21,65,66). Серед сукупності усіх смако-ароматичних сполук, властивих кисловершковому маслу, найголовнішу роль відіграють діацетил, леткі жирні кислоти (масляна та капронова кислоти), ацетальдегід, гексаналь, диметилсульфід, 2-гептанон, 2-нонанон та лактони (δC_8 , δC_{10} , δC_{12} , δC_{14} , δC_{16}) (64-68). Інші дослідники не менш важливими вважають капронову кислоту, фенол, крезол, індол, 2-октен-3-ол. У формуванні

смаку масла відіграють також лактони, а саме δ -додекалактон, δ -декалактон, γ -декалактон (22). Було виявлено, що дельта-лактони мають приємний фруктовий або квітковий запах, але у високій концентрації можуть надавати неприємні присмаки (69). Дані сполуки можуть утворюватися із насичених низькомолекулярних кислот, альдегідів, і спиртів при окисненні жиру, а гама-лактони C_6 , C_8 , δC_{18} , $\delta C_{18:1}$ – при термічному окисненні вищих жирних кислот (C_4 , δC_{16} , δC_{18} , $\delta C_{18:1}$). Однак оптимальне співвідношення цих сполук і його вплив на ароматичність продукту поки ще не встановлено (64,65).

Проведені дослідження зі встановлення критеріїв інтенсивності аромату кисловершкового масла промислового виробництва за фізико-хімічними та біохімічними показниками показали, що ароматизацію кисловершкового масла найбільш повно відображає сумарний вміст летких жирних кислот і співвідношення вмісту оцтової та молочної кислот. Вміст лактонів залежав від кислотності плазми масла (70).

Ключовими ароматоутворювальними компонентами мікробного походження вважають 2,3-бутандіон (діацетил), оцтову та молочну кислоти (42,71,72). Роль у формуванні аромату продукту відіграють сірковмісні леткі речовини (метантиол, метилдисульфід, диметилтрисульфід), які утворюються в результаті катаболізму метіоніну лактококами *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis* (73). Було виявлено здатність у *L. diacetylactis* до синтезу летких жирних кислот (C_2 - C_6) (22).

Накопичення у маслі смако-ароматичних сполук мікробного походження залежить від наступних факторів: видового складу закваски, здатності культур до розвитку у вершках, вмісту цитрату і кисню у вершках, швидкості біохімічних та окисних реакцій, які відбуваються в маслі (74).

Варто зауважити, що внаслідок різних фізико-хімічних властивостей розподіл смако-ароматичних речовин між водною і жирною фазами масла є нерівномірним (22). Так, зі збільшенням вмісту плазми у продукті загальна кількість летких сполук зростає (75). При аналізі плазми кисловершкового масла було ідентифіковано 1-метокси-2-пропанол, 3-гідрокси-2-бутанон, 2,3-бутандіол, альдегіди, масляну та бензойну кислоти. Використання мас-спектроскопії, газової хроматографії

дозволило виділити ряд альдегідів, кетонів, спиртів, жирних кислот і лактонів. Похідні фурану та гетероциклічні сполуки, типу піролу і піридину, були виявлені лише у тих зразках масла, які попередньо піддавали високо-температурній обробці (170 °C впродовж 5 хв) (22). Було ідентифіковано також у водній фазі діацетил, молочну кислоту і її солі, коротколанцюгові карбонові кислоти, переважну частку серед яких займає оцтова кислота та її солі (71).

Слід зазначити, що вміст діацетилю та ацетоїну у плазмі KBM значно вищий, ніж у молочному жирі. Однак невелика кількість даних речовин все ж таки міститься у жировій фазі, причому частка діацетилю значно вища, ніж ацетоїну (69,70,76). Діацетил є досить нестабільною речовиною і під дією ферменту діацетилредуктази відновлюється до ацетоїну (ацетилметилкарбінол) – сполуки, що не має ароматизуючих властивостей. Ця незворотна реакція проходить доволі інтенсивно і призводить до втрати аромату. За підвищення кислотності плазми активність ферменту діацетилредуктази знижується. В результаті реакція перетворення діацетилю в ацетоїн сповільнюється, а продукт зберігає свої початкові смакові характеристики упродовж тривалого проміжку часу. Активність даного ферменту можна регулювати за рахунок температурного фактору. Зокрема, при охолодженні до температури 2 °C фермент інгібується (77,78).

Спостереження за динамікою зміни вмісту діацетилю з моменту виготовлення масла свідчать, що впродовж перших чотирьох днів зберігання продукту вміст згаданого компонента зростає. Це обумовлено інгібуванням синтезу молочної кислоти та створенням оптимальних умов для роботи ключового ферменту у синтезі діацетилю — цитратпермеази (78). Таким чином, утворена ацетомолочна кислота еквімолярно переходить у діацетил (79).

Під час дослідження зберігання турецького масла в очищеному рубці овець, було встановлено поступове нагромадження діацетилю в продукті впродовж 40 діб, тоді як вміст ацетоїну залишався стабільним впродовж 50 діб (79).

Іншими дослідниками відмічено, що за витримки свіжовиготовленого масла за температури 2-7 °C упродовж доби кількість діацетилю збільшувалась більше, ніж у два рази. Натомість кількість ацетоїну зростала не так стрімко (74).

При оцінці спектру смако-ароматичних сполук необхідно враховувати не лише якісний і кількісний вміст даних речовин, але й взаємодії між ними. Було встановлено, що диметилсульфід здатний згладжувати різкі ноти аромату, які формуються у маслі завдяки діацетилу та органічним кислотам. У результаті продукт набуває м'якшого і привабливого для споживача аромату (80).

Науковцями було проаналізовано зразки солодко- та кисловершкового масла, а також молочного жиру з Франції та Норвегії за допомогою газової хроматографії та підтверджено факт локації смако-ароматичних сполук у плазмі, а не жировій фазі масла (22).

Ще одним фактором впливу на вміст ароматичних сполук є сезонні коливання кількісного складу окремих компонентів молочної сировини, а також видовий склад закваски. З'ясовано, що низький вміст органічних та мінеральних компонентів у весняному молоці негативно позначається на розвитку заквашувальних культур, зокрема, зменшується інтенсивність ароматоутворення. Особливо чітко це спостерігається у заквасках, де в якості ароматоутворювальних мікроорганізмів використовують штами *Leuconostoc*. Встановлено залежність діацетилпродукувальної властивості лактококів від вмісту мангану – весною вміст даного елемента у коров'ячому молоці становить 8-20 мкг/дм³, влітку і восени – близько 25-85 мкг/дм³ (82).

Також весняне масло характеризується вищим вмістом диметилсульфіду. Причиною цього є підвищення частки свіжої трави в раціоні корів і, як наслідок, збагачення молока білковими речовинами, які в результаті метаболізму молочнокислих мікроорганізмів перетворюються у диметилсульфід. Високі концентрації даного компонента в цю пору року є причиною кормового присмаку у маслі (81). Збільшення частки свіжої трави в раціоні худоби сприяє зниженню концентрації у молочному жирі вільних низькомолекулярних жирних кислот, (особливо C4:0 і C6:0), які формують гіркий смак (82). Сезонні коливання у кількісному складі смако-ароматичних сполук зумовлені тим, що перехід на зелений корм у раціоні великої рогатої худоби стимулює, а на зимовий корм – пригнічує активність заквашувальної мікрофлори (82).

Важливе значення у технологічному процесі отримання КВМ має жирність вершків. Як відомо, лактобактерії не здатні до розвитку в молочному жирі ростуть виключно за рахунок поживних речовин, присутніх у складі молочної плазми. Відмічено, що під час ферментування вершків МКБ з меншим вмістом плазми кислотність плазми зростала значно швидше, при цьому формування аромату було менш вираженим. Оптимальним для ароматоутворення є використання вершків з м.ч.жиру 40 % (74).

Видалення розчинних газів із молочної сировини внаслідок вакреції (пастеризації і дезодорації молока/вершків у вакуумі) сприяє зниженню концентрації летких речовин, зокрема, диметилсульфіду, що призводить до втрати аромату і появи дещо “порожнього” смаку у масла (74,82).

А.В.Люткевічус, В.М.Лазаускас та Д.В.Качераускіс у своїх працях висловлюють думку щодо позитивного впливу на кількісний вміст діацетилу в продукті проходження вершків через робочі елементи потокового змішувача. На думку вчених, при цьому відбувається своєрідна мікроаерація тонких шарів вершків, що сприяє додатковому утворенню діацетилу з α -ацетомолочної кислоти шляхом її окиснення. Подібним чином також пояснюють збільшення вмісту діацетилу під час збивання. Але існують застереження щодо механічного фактору, який посилює збільшення вільних летких жирних кислот у вершках (83). Надлишок летких жирних кислот, як і продукти окиснення кислот з довгим вуглецевим ланцюгом, призводить до появи неприємного аромату. Тому високий вміст даних сполук є небажаним, на відміну від лактонів та діацетилу (64, 84).

Литовським науковцями було встановлено, що упродовж перших трьох місяців зберігання у КВМ спостерігається підвищення вмісту δC_{12} -, δC_{16} -лактонів та зменшення δC_{10} -, δC_{11} -, δC_{14} -лактонів. Після року зберігання вміст лактонів δC_8 , δC_{10} , δC_{12} , δC_{14} , δC_{16} був менше початкового. Загальне збільшення кількості δC -лактонів відбувається за рахунок δC_{20} -лактону, який мало впливає на формування аромату масла. У маслі δ -лактони гідролізуються плазмою і перетворюються на оксикислоти (85).

Окрім того, є свідчення про значне зростання летких речовин у жировій фазі молочних продуктів унаслідок теплової обробки. Так у результаті пастеризації вершків збільшується кількість лактонів, диметилсульфіду та кетонів, а саме, 2-гексанону, 2-октанону, 2-деканону, 2-тетрадеканону (22). Позитивний вплив високої температури на збільшення вмісту лактонів полягає у перетворенні оксикислот, у результаті чого загальна кількість лактонів збільшується у 2-4 рази (64). Максимальна концентрація лактонів у вершках спостерігається після витримки при 140 °C упродовж 3-х годин (74,84,22).

Також підвищення температури попередньої обробки сировини позитивно впливає на вміст сірковмісних сполук, які утворюються внаслідок руйнування цистеїну і метіоніну. Оптимальними для вивільнення SH-груп є температури 95-98°C з витримкою 5-10 хв або 110-115 °C без витримки. Р.А. Вишемирський (74) відзначає, що підвищення температури пастеризації вершків з 85 до 110 °C сприяє збільшенню загальної кількості смако-ароматичних речовин у 2,6-3,3 рази. Також збільшується кількість сполук смакового букету вершків – на хроматограмі було виявлено 2-3 додаткових речовини. Проте при виробництві кисловершкового масла високий вміст сульфгідрильних сполук нівелює вираженість характерного для даного продукту аромату (64).

Термін зберігання, температура та тип пакування відіграють значну роль у збереженні продуктом вихідних властивостей. Так, зберігання масла за мінусових температур (-20 °C) у пакуванні з фольги сприяє максимальному збереженню у продукті своїх початкових характеристик (85-87).

1.4. Бактеріальні препарати та їх роль у виробництві ферментованих продуктів маслоробства

Бактеріальні препарати для молочної галузі України пропонують переважно відомі світові компанії. Лідируючу позицію займають «Chr. Hansen», «Danisco» (Данія), «Tesco» (Італія). Бактеріальні культури різняться за видовим складом мікрофлори та представлені у рідкому, замороженому та ліофілізованому стані: закваски (кількість життєздатних клітин 10^8 КУО в 1 см³), бактеріальні концентрати (кількість життєздатних бактерій знаходиться в межах 10^9 – 10^{11} КУО в 1 г. Однак

пропозиція вітчизняними виробниками для ферментованих молочно-жирових продуктів взагалі відсутня.

Для надання специфічного кисломолочного смаку і аромату ферментованим продуктам маслоробства використовують бактеріальні культури зі спеціально підібраним видовим складом переважно мезофільних молочнокислих бактерій із чітко визначеними властивостями (88,89) Найважливішими ознаками є здатність до розвитку в молочно-жировій основі, забезпечуючи при цьому належний рівень кислотоутворення та характерні для масла ароматичні сполуки, зокрема діацетил.

У СРСР закваски, що використовувались для сквашування вершків при виробництві КВМ, в основному, у своєму складі містили мезофільні МКБ: активні кислотоутворювачі *Lactococcus. lactis* і/або *L. cremoris* та ароматоутворювальні *L. diacetylactis* чи *Leuconostoc mesenteriodes* і *L. dextranicum* (64,79).

Головним ароматичним компонентом КВМ є продукт молочнокислого бродіння діацетил (2,3-бутандіон, диметилгліюксаль) зі характерним для кисловершкового масла і сметани запахом, проте практично позбавлений смаку. Із заквашувальних мікроорганізмів бактерії роду *Leuconostoc* можуть утворювати дані сполуки з лимонної кислоти та лактози, а *L. diacetylactis* — тільки з лимонної кислоти (90,91). Використання у складі закваски для кисловершкового масла лише штамів *Leuconostoc*, які продукують переважно ацетоїн (неароматичну сполуку) призводить до різкого погіршення якості масла через відсутність діацетилену та низької кислотопродукувальної активності (3,90,91).

Однак є дані щодо необхідності використання *Leu. cremoris* як одного із компонентів закваски для забезпечення м'якого довготривалого аромату КВМ, оскільки він здатен продукувати діацетил за умов визрівання масла (92). Доволі широко використовуються для виробництва КВМ лактококові закваски, до складу яких входять лише *L. lactis*, *L. cremoris* та *L. diacetylactis*. Такі закваски здатні утворювати значну кількість ароматичних речовин і є помірними кислотоутворювачами (89,93).

Для підвищення активності кислотоутворення запропоновано використовувати у складі закваски штами активних кислотоутворювальних молочнокислих паличок

видів *L. helveticum*, *L. acidophilum*, *L. bulgaricum*, *L. plantarum* у комбінації зі *L. diacetylactis* (97). Після проведених досліджень було встановлено, що закваска *L. acidophilus*+*L. diacetylactis* продукує на 0,060 мг% діацетилу більше, ніж композиція з *L. helveticus* і *L. diacetylactis* (співвідношення 0,5:2,5). Оптимальним співвідношенням між ацидофільною паличкою і ароматоутворювальними лактококами визнано 1:4, закваска має вміст діацетилу 0,490 мг% (94).

Завдяки використанню закваски з біфідобактеріями, здатних синтезувати вітаміни групи В, вітамін К та деякі незамінні амінокислоти, продукт набуває лікувально-профілактичних властивостей та характеризується подовженим терміном зберігання (94).

Лактококи затримують розвиток сторонньої мікрофлори за рахунок синтезу молочної кислоти, діацетилу, нізину та інших антибіотичних речовин (25,95). Так, встановлено, що *L. lactis* продукують антибіотик нізин, який пригнічує спороутворювальні палички, гемолітичні стафілококи, протеолітичні та ліполітичні мікроорганізми тощо (86,95). Для підвищення вмісту діацетилу у ферментованих продуктах використовують генетично модифіковані штами лактобактерій *Leuc. pseudomesenteroides*, *L. lactis* з вищою діацетилпродукувальною, ацетонредуктажною та бутандіолредуктажною активностями у 2-3 рази, ніж вихідні штами (96,97).

На сьогодні вченими беззаперечно доведено наявність високої антибактеріальної активності молочнокислих бактерій, і, зокрема, таких їх метаболітів як молочна кислота та діацетил. Наявність цієї ознаки є ключовою для конкуренції молочнокислих бактерій зі сторонньою мікробіотою і має важливе значення для безпеки продукту та його стійкості за тривалого зберігання (4,5,23,95).

Закваски, які вносять на стадії формування структури продукту, характеризуються підвищеною активністю кислотоутворення. Для цього у їхньому складі використовують штами молочнокислих паличок *Lactobacillus helveticus*, *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. plantarum* у комбінації зі ароматоутворювальними лактококами *L. diacetylactis*. Ці мікроорганізми є активними антагоністами щодо патогенної та умовно-патогенної мікрофлори, забезпечуючи високі санітарно-епідеміологічні показники продукту (10,98).

Для підвищення стійкості КВМ при зберіганні і попередження появи вад, викликаних розвитком плісняв, застосовують метод збагачення продукту дріжджовими культурами *Torulopsis*, *Candida*, які інгібують розвиток плісняв. Крім того, антагоністична активність дріжджів дозволяє збагатити та зберегти смакові характеристики масла (74).

Науковці О.Й. Цісарик та Л.Я. Мусій (99) пропонують для ферментації та фізичного визрівання вершків у виробництві кисловершкового масла методом збивання використання класичних мезофільних культур *Flora Danica*, що містять *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis*, із термофільними молочнокислими паличками виду *Lactobacillus acidophilus* (La-5). Використання ацидофільної палички з пробіотичними властивостями підвищує функціональну та харчову цінність масла.

Вчені Туреччини показали, що використання закваски на кефірних грибках для ферментування вершків для виробництва кисловершкового масла, істотно змінює жирнокислотний (знижує вміст масляної, капронової та каприлової кислот і підвищує вміст ненасичених кислот) та склад мікробіоти вершків, що позитивно впливає на смаковий букет готового продукту (100).

Окрім видового складу заквашувальних препаратів для КВМ, значну роль відіграють також умови розвитку бактеріальних культур.

Одним із головних факторів, що впливають на розвиток бактеріальних культур, є температура. Так, максимальні чисельність клітин та кількості молочної кислоти були отримані при культивуванні *L. diacetylactis* і *Leuconostoc* за 30 °С, а найвищий рівень діацетилу — за 21 °С (2,80). А ступінчаста адаптація штамів МКБ до низьких температур культивування – 12 °С і нижче дозволила зменшити кількість закваски з 3-5 до 1-1,5 %, сквашувати вершки за 10-14 °С і без додаткового охолодження збивати в масло (74).

Литовськими науковцями проведено ряд досліджень щодо визначення впливу СЗМЗ на якість закваски та КВМ, яке виробляли методом внесення закваски в пласт. А.Люткявічус, В.Лаузакас при дослідженні ацидофільно-ароматичної закваски (*L.*

acidophilum, *L. diacetilactis* встановили, що збільшення вмісту СЗМЗ у заквасці до 18 % створює сприятливі умови для нагромадження клітин МКБ, зростання кислотоутворювальної активності, а також підвищення продукції діацетилу та вітамінів групи В (біотину, пантотенової кислоти, тіаміну, піридоксину і нікотинової кислоти) (101).

Необхідно також зазначити, що попередником діацетилу як продукту життєдіяльності мікроорганізмів є ацетомолочна кислота. Дана речовина утворюється в результаті метаболізму цитрату — мінорного компонента в молоці та вершках (80,102). Тому при культивуванні діацетилпродукувальних мікроорганізмів поживне середовище часто збагачують лимонною кислотою або цитратом натрію, що дозволяє підвищити вміст не тільки діацетилу, але й форміату, ацетату. Це дозволяє отримати масло з вираженішими смако-ароматичними характеристиками.

Для ферментування молочно-жирових систем вчені пропонують до складу заквашувальних препаратів вводити *Lactococcus lactis* і *Lactococcus raffinolactis* (103), проводити дослідження метаболічних відгуків заквашувальних культур на технологічні операції. Є інші відомості, що перспективними для ферментування вершків є культури *Lactobacillus plantarum* і *Streptococcus thermophilus* (104).

Загалом, слід зазначити, що інформація стосовно заквашувальних культур для кисловершкового масла та інших молочно-жирових продуктів вкрай обмежена в широкому доступі.

1.5. Технологічні аспекти виробництва ферментованих продуктів маслоробства

В основі існуючих технологій кисловершкового масла, незалежно від методу виробництва, лежить здатність молочного жиру до зміни агрегатного стану під впливом температури паралельно з утворенням специфічних ароматичних речовин за участі заквашувальної мікрофлори. Зміна методу та режиму дозрівання вершків визначає характер фазових змін жиру та структурно-механічні властивості отриманого масла. Всі складові технологічного процесу виробництва КВМ підбираються таким чином, щоб створити оптимальні умови для одержання масла з відмінною консистенцією, смаком та ароматом (105).

КВМ виготовляють двома методами – збиванням та перетворенням високожирних вершків (ВЖВ)

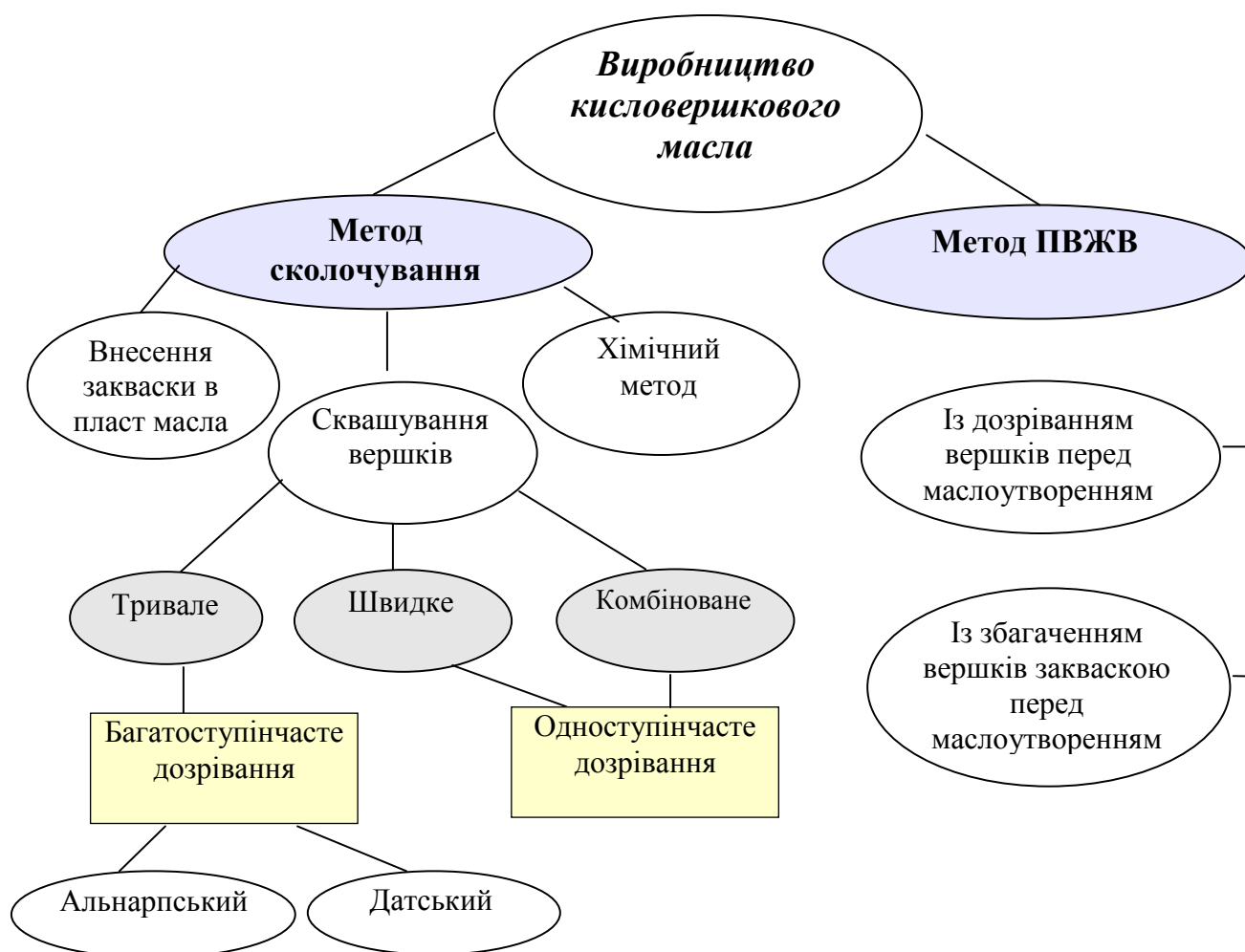


Рис. 1.1. Схема реалізації технологій кисловершкового масла

Особливості виробництва кисловершкового масла методом збивання вершків.

Ураховуючи властивість молочного жиру змінювати агрегатний стан під дією температури, вершки охолоджують до температури масової кристалізації гліцеридів, потім здійснюють коалесценцію жирової фази, а масляне зерно як проміжний продукт запресовують у моноліт та пластифікують. Самі ж режими технологічного процесу при виробництві масла методом збивання вершків підбираються у відповідності до особливостей хімічного складу та властивостей молочного жиру, типу обладнання (106).

Технологія виробництва КВМ збиванням вершків може включати наступні способи збагачення масла смаковими та ароматичними речовинами (згідно з рис. 1.1):

- 1) сквашування та біологічне дозрівання вершків за участі заквашувальних культур;
- 2) внесення закваски в пласт масла після збивання вершків;
- 3) хімічний метод внесення у масло синтетичних композицій, які містять смакові речовини та ароматизатори.

Збагачення смако-ароматичними сполуками ґрунтується на комплексі біохімічних змін, які відбуваються у вершках під дією заквашувальної мікрофлори. В основі даних перетворень лежить зброджування лактози вершків МКБ, у результаті чого накопичується молочна кислота та ароматичні сполуки (74). Молочна кислота володіє консервуючими властивостями. Тому для виготовлення масла з характерним кисловершковим смаком та високою стійкістю за плюсової температури зберігання сквашують вершки до кислотності – 50-60°Т. Масло для тривалого зберігання за мінусових температур виготовляють із вершків з низькою кислотністю – 40-50 °Т. За даних умов зберігання мікробіологічні процеси в маслі сповільнюються, але перебіг хімічних змін окиснювального характеру відбувається прямопропорційно кислотності плазми.

Сквашування та біодозрівання може бути тривалим (за високих, середніх або низьких температур), швидким, комбінованим (74).

За тривалого дозрівання заквашувальну культуру вносять одразу в охолоджені вершки (25 °С) після пастеризації. Сквашування вершків за високої температури скорочує тривалість процесу до 6-10 год за рахунок швидкого розвитку МКБ. Оптимальним вважається сквашування вершків за середньої температури, що забезпечує в першу чергу необхідний рівень кристалізації молочного жиру в процесі фізичного дозрівання в межах $40 \pm 3\%$ (105,106) та отримання масла із добре вираженим смаком, ароматом та структурно-механічними властивостями (74). Сквашування за низьких температур сприяє покращенню консистенції масла, однак вимагає внесення більшої кількості закваски (не менше 5 %) і є доволі затяжним. Варто зауважити, що одноступінчасті режими дозрівання не забезпечують завершення фазових перетворень молочного жиру у жирових кульках. При порівняно підвищених температурах фізичного дозрівання вершків не

досягається достатня ступінь затвердіння жиру, а при понижених – оптимальне співвідношення легкоплавких і тугоплавких груп гліцеридів (105, 106).

Тому для забезпечення хорошої консистенції масла рекомендованими є ступінчасті режими дозрівання залежно від сезону року та хімічного складу молочного жиру за середніх температур. Це альнарпський та датський режими дозрівання (107). Тривале дозрівання вершків є порівняно незручним через необхідність перемінного охолодження та нагрівання вершків в процесі сквашування, однак це сприяє виробництву масла хорошої консистенції (108, 109). Крім того, недоліком методу тривалого дозрівання вершків є потреба у великій кількості використовуваного обладнання (вершкодозрівальних ванн), необхідність наявності великих виробничих площ, довготривалість виробничого циклу). Одноступінчасті режими дозрівання не забезпечують завершення фазових перетворень молочного жиру у жирових кульках (74).

Метод швидкого сквашування полягає у збагаченні фізично дозрілих вершків смако-ароматичними речовинами в результаті змішування їх із закваскою. Закваску рекомендовано вносити в два прийоми: одну частину одразу після охолодження пастеризованих вершків, іншу – перед збиванням. Перевагою даного методу є скорочення тривалості біохімічного дозрівання вершків та спрощення технологічного процесу, а недоліком – необхідність приготування великої кількості закваски (до 20 % від маси вершків), а також недостатня вираженість характерного кисловершковому маслу смаку та аромату (107).

Метод комбінованого сквашування полягає в тому, що сквашуванню піддають лише частину вершків, використовуючи їх надалі як власне закваску для решти. В'язкість таких вершків більша на 25 % у порівнянні з вершками, виготовленими за тривалого сквашування. Роздільна підготовка вершків сприяє підвищенню міцності структури масла, термостійкості, здатності утримувати рідкий жир (110-112).

Заслугує уваги запропонований А.М.Мироненком та ін. метод внесення закваски в пласт масла, згідно з яким КВМ виробляють із несквашених вершків шляхом внесення закваски чистих культур молочнокислих бактерій у пласт масла або в масляне зерно на стадії його обробки в такій кількості, щоб одразу отримати

необхідну кислотність плазми масла з бажаним смаком та запахом. Для того, щоб масло мало такі особливості, після виготовлення його зберігають 2-3 доби за температури 8-10°C з метою завершення кристалізації гліцеридів та формування смако-ароматичних характеристик продукту (110,112).

Перевагами методу виробництва кисловершкового масла внесенням закваски в пласт є:

- 1) отримання солодких, а не кислих сколотин, що досить розширює сферу подальшого її застосування та полегшує реалізацію;
- 2) сколочення свіжих солодких вершків зменшує імовірність їх прокисання та утворення прогірклого смаку масла;
- 3) є зручнішим у реалізації, дозрілі вершки не стають занадто в'язкими, вміст сухих знежирених речовин можна контролювати точніше;
- 4) метод є ефективним для зменшення ступеня вираженості кормових присмаків (113,74,297,298).

Недоліком даного методу є поява вад консистенції масла (51), зокрема незадовільну здатність до намащування за температури холодильника, тобто технологія не пристосована до особливостей хімічного складу молочного жиру.

Хімічний метод внесення у масло синтетичних композицій, які містять смакові речовини та ароматизатори. Суть методу полягає в тому, щоб за допомогою комплексу смако-ароматичних речовин сприяти формуванню характерних для кисловершкового традиційного масла смаку та запаху. Особливо метод є актуальним в осінньо-зимовий період, коли якість сировини недостатньо висока (114).

Згідно зі схемою внесення Є.Я.Рубера ароматизацію солодковершкового масла діацетилом та молочною кислотою проводять після промивання масляного зерна. При використанні Чехословацької модифікації хімічного методу, в пласт масла вводять препарат лактоліс (технічну закваску зі смаком та запахом діацетилу). Перевагою даного методу у порівнянні з методом Є.Я.Рубера є відсутність втрат із промивною водою та краще диспергування лактолісу в маслі (74). В якості поліпшувача смако-ароматичних властивостей масла вводять ще ароматизатори

рослинного походження у вигляді ефірних олій та пряних культур. Однак у таких зразках відчувався специфічний рослинний присмак даного наповнювача (114). За цим методом скорочується тривалість виробничого процесу, однак, втрачається “натуральність” масла. Основними недоліками усіх вказаних методів виробництва масла методом збивання є порівняно менша стійкість масла при зберіганні (5-6 місяців), тривалість виробничого процесу (одна доба) та підвищений вміст повітря у продукті, що може викликати дефект консистенції – “рихлість”.

Метод перетворення високожирних вершків (ВЖВ). При виробництві кисловершкового масла методом перетворення високожирних вершків забезпечення смако-ароматичних характеристик здійснюється введенням у високожирні вершки бактеріальної закваски або хімічних препаратів (74,296,297). Виробництво КВМ може проводитись із біологічним дозріванням нормалізованої суміші перед маслоутворенням, або без дозрівання зі збагаченням нормалізованої суміші закваскою перед маслоутворенням. Обидва способи мають недолік: оскільки в'язкість вершків значно збільшується під час охолодження, що ускладнює рівномірний розподіл внесених добавок по всій масі (106).

Внесення штучно створених ароматизаторів чи хімічних речовин у високожирні вершки відбувається аналогічно як у разі збивання вершків. Для цього застосовують діацетил та молочну кислоту, які додають перед маслоутворенням (метод А.І.Желтакова) або у вигляді препарату лактолісу (водний розчин молочної кислоти з діацетилом) (74). У США подібний ароматизатор розроблено у вигляді суміші з цукром та твердої аморфної речовини мальтодекстрину (114,74).

Досліджено чимало хімічних препаратів для надання характерного для КВМ смаку. Наприклад, в Японії розроблено ароматизатор, дія якого полягає у обробці масла ферментами (ліпаза бактеріального або рослинного походження) (114-115).

Загалом, масло, виготовлене методом перетворення ВЖВ, характеризується менш вираженим смаком та запахом, пластичною консистенцією та хорошою однорідністю структури. У продукті, виробленому за даним методом, частіше зустрічається дефект – низька термостійкість. Слід наголосити, що масло, виготовлене різними способами, майже не відрізняється за смаковими

властивостями, а за показниками стійкості упродовж зберігання, відновленням структури, термостійкості, твердості різниця є істотною (116).

У виробництві продуктів маслоробства, в тому числі ферментованих, біотехнологічним об'єктом виступають вершки. Для виробництва масла методом збивання і методом перетворення ВЖВ використовують відповідно традиційні вершки з м.ч. жиру 33-40 % та високожирні вершки з високою концентрацією жиру більше 61,5 %. Відмінності у співвідношенні жирової фази і плазми впливає на їх фізико-хімічні властивості. Зокрема, вміст СЗМЗ відповідно знаходиться в межах 6,73-5,15 % та 2,0-2,22%, м.ч. вологи складає відповідно 58,0-49,85 % та 19,3-21,0 % (78). Через низький вміст доступних поживних речовин (білків, лактози), особливо у високожирних вершках, розвиток заквашувальної мікрофлори погіршується. Такі особливості, безумовно, обумовлюють використання різних біотехнологічних прийомів під час виробництва кисловершкового масла за різними технологіями (74).

Дослідження жирнокислотного складу вершків показали, що із насичених кислот найбільшій кількості представлені пальмітинова (25-30 %), стеаринова (8-12 %), міристинова (9-10 %) кислоти; із ненасичених – олеїнова (30-35 %) і лінолева (3-5 %) (20). Близько 8 % від загального складу жирних кислот в молочному жирі складають низкомолекулярні леткі жирні кислоти (масляна, капронова, каприлова), котрі є специфічними для молочного жиру. Поліненасичені жирні кислоти, які володіють високою біологічною активністю, містяться в невеликих кількостях: лінолева – 3-5 %, ліноленова та арахідонова – близько 1 %. Також в частині молочного жиру, що не піддається омиленню, міститься значна кількість біологічно активних речовин: фосфатиди (1,2-1,4 %), холестерин (0,2-0,3 %), вітаміни (А – до 0,6 мг%, В – до 0,01 мг%, Е – до 2-5 мг%), пігменти. Однак при виготовленні вершкового масла методом збивання частина фосфатидів переходить в склотини, в результаті чого кількість їх в маслі знижується (74).

У виробництві кисловершкового масла методом збивання однією із ключових технологічних операцій є дозрівання вершків, що включає в себе як фізико-структурні зміни молочного жиру, так і отримання необхідного рівня кислотності та

кількості смако-ароматичних речовин. Останні перетворення відбуваються в результаті діяльності мікроорганізмів закваски (109, 117).

На перебіг сквашування і утворення аромату у вершках впливає багато факторів, зокрема видовий склад, кількість внесеної закваски (2-6 % від кількості вершків), зміна температури впродовж дозрівання вершків тощо.

Контроль мікробіологічних процесів здійснюють за активною та титрованою кислотністю. При досягненні рН 5,2-4,8 (у залежності від вмісту жирової фази) вершки охолоджують до температури збивання, оскільки подальше зниження значень рН стимулює окиснювальні процеси в маслі (113).

У технології виробництва КВМ застосовують два режими дозрівання вершків перед збиванням: одноступінчатий та багатоступінчастий.

Для регулювання структури, консистенції масла та мінімального відходу жиру в сколотини, зміцнення структури масла у весняно-літній період року та зниження механічної міцності в осінньо-зимовий шляхом забезпечення належного перебігу та завершення фазових змін гліцеридів молочного жиру під час дозрівання вершків, застосовують диференційовані багатоступінчасті температурні режими тривалого готування вершків до збивання, які враховують хімічний склад та властивості молочного жиру (74).

У технологічній практиці режим дозрівання вершків обирають у залежності від величини йодного числа, що характеризує вміст ненасичених жирних кислот в жирі. За даними Г.С. Ініхова (106,118) йодне число може коливатись в межах від 24 до 46 при середньому значенні 32-34 одиниці. Встановлено, що йодне число молочного жиру змінюються не лише по сезонам року, а й географічно (119,120).

Встановлено, що підвищення йодного числа молочного жиру на одиницю викликає зниження концентрації кристалічного жиру в жировій фазі масла на 1,7 %, що в свою чергу зменшує граничну напругу зсуву масла (показник консистенції) (102,121). Тому підбір технологічних режимів у відповідності до показників йодного числа молочного жиру повинен здійснюватися з метою

попередження таких вад консистенції, як надмірна твердість, крихкість, слоїстість, ламкість. (119, 299).

За основу багатоступінчатого режиму підготовки вершків осінньо-зимового періоду збивання взято так званий альнарпський метод, який передбачає швидке охолодження пастеризованих вершків до 8 °С та витримання за цієї температури 2 год, наступне підігрівання до 19 °С з витримкою 5-7 год, охолодження до 16 °С та витримання упродовж 10-12 год. У порівнянні зі звичайним сквашування вершків використання даного способу дозволило прискорити збивання на 25 хв та забезпечити краще вилучення молочного жиру – вміст жиру у сколотинах був низьким – 0,06-0,18% (113,20). Альнарпський метод підготовки вершків успішно практикується на маслоробних заводах Данії, Польщі, Фінляндії (74). Переваги даного методу підтверджені дослідженнями поліморфізму молочного жиру (122,123). При охолодженні вершків нижче 5 °С, вміст кристалічної фази в молочному жирі зростає і масло набуває надмірної твердості (113,124-128).

В основу весняно-літнього багатоступінчатого режиму покладено датський метод (А. Педерсон та А. Фіскер): гарячі вершки швидко охолоджують до 19-20°C, вносять закваску, витримують 6-8 год, охолоджують до 15-16 °С та витримують 12-14 год. Перед збиванням вершки охолоджують до 7-9 °С та витримують не менше 1 год. Твердість такого масла була дещо вищою, ніж масла, отриманого з вершків, охолоджених до 8 °С та витриманих за цієї температури впродовж 20 год (74).

Згідно з даними Т. Олсона та С. Йогансона (Швеція), за йодного числа молочного жиру 38-39 доцільно застосовувати наступну модифікацію датського методу: охолодження вершків до 20 °С, витримка упродовж 3-4 год за 20 °С, охолодження до 8 °С, витримка до збивання протягом 12-14 год, підігрівання перед збиванням до 12 °С (74).

Доцільність застосування ступінчастих режимів підготовки вершків до збивання обґрунтована в ряді робіт (113,105,125-128).

Отже, тривалі розробки технології кисловершкового масла на сьогоднішній день виділяють два напрямки ефективних досліджень: методом перетворенням високожирних вершків доцільно виготовляти кисловершкове масло для тривалого зберігання, тоді як методом збивання – масло дрібного фасування для швидкої реалізації. Завдяки дозріванню створюються сприятливі умови для формування характерного смакового букету, який поєднує у собі виражений вершковий та кисломолочний смак і аромат (74,107).

Особливості виробництва спредів. Основу технологій спредів, у тому числі з пониженим вмістом жиру, складає отримання молочно-жирової емульсії емульгуванням суміші немолочних та молочних жирів (молоко, вершки, вершкове масло). Всі технологічні операції виробництва таких продуктів зводяться до конструювання жирових основ та додавання різноманітних смакових компонентів та біологічно активних добавок, які дозволяють регулювати смакові характеристики та фізико-хімічні властивості продукту (35,129-131).

На сьогодні основний акцент в концепції збалансованого і якісного харчування ставиться на розробку молочно-жирової продукції з діапазоном масової частки жиру 40-60 %.

Під час розробки рецептур спредів велику увагу приділяють вибору жирів за температурою плавлення і твердістю, які залежать від складу жирних кислот і поліморфної модифікації, в якій знаходяться гліцериди (132-137). У разі застосування жирів з температурою плавлення вище 35-36 °С, погіршуються якісні показники продукту з утворенням салистого або обволікуючого присмаку.

Підібрані жири повинні закристалізовуватися в дрібнокристалічну форму, забезпечувати високу гомогенність продукту (138). У залежності від хімічної структури молекул та умов охолодження жири кристалізуються в різних кристалічних формах – α , β' , β , кожна з яких надає їм певні властивості (138-139). Так, α -кристалічні форми – дрібні кристали утворюються в першій фазі кристалізації, де молекули тригліцеридів переходять із рідкого стану в твердий, не стабільні і трансформуються в стабільніші β або β' -кристалічні структури. β -кристали – великі, грубі кристали (розміром до 50 мкм) характеризуються достатньо

високою температурою плавлення, можуть бути причиною пісчанистої, нещільної консистенції спреду. β' - кристали – (розміром 1-2 мкм або менше) однорідні і сприяють отриманню пластичної дрібнодисперсної структури.

На кількість і тип утворених кристалів впливає склад, температурна обробка, спосіб і швидкість кристалізації. Однак лише за повільного охолодження утворюються кристали β' або β -форм. У зв'язку з цим, кристалізація жирів – один з важливих етапів опрацювання технологій спредів (140-141).

Зокрема, нагрівання жирової суміші до 85 °C і наступне його охолодження до 13-15 °C дозволяє отримати продукт з температурою плавлення жирової фази 24,5 °C (альфа–поліморфна модифікація). У разі зниження температури диспергування до 35-40 °C продукт має температуру плавлення 27,0-27,5 °C і набуває щільно пластичної консистенції, що обумовлено β' -поліморфною модифікацією (132-133).

Слід зазначити, що під час розробки жирових основ зустрічаються евтектичні суміші, яким притаманні міцніші зв'язки між тригліцеридами складових компонентів різних жирів. Це зумовлює необхідність вищого ступеня переохолодження у порівнянні з моножирами для переходу жирових композицій в кристалічний стан. Ці явища необхідно досліджувати і враховувати при встановленні технологічних параметрів та виборі жирових композицій (138).

Під час розробки нових спредів також приділяють увагу вивченню вмісту твердої фази триацилгліцерилів в жировій основ, від якого залежить консистенція готового продукту (139-141).

Вміст твердої фази в жировій основі підбирається з наступних міркувань: вміст за температури 5-10°C повинен складати 20-40 %, за 20-25 °C – 10-20 %, повне розплавлення тригліцеридів, не перевищує 2-4 %, а за температури 37,5 °C – вміст твердих тригліцеридів повинен не перевищувати 0,3 % (37, 38, 142).

З метою вдосконалення технології виробництва молочно-жирових продуктів доцільним є пошук шляхів швидкої кристалізації композиції молочного та рослинних жирів як за рахунок механічної дії, так і залучення трьох і більше жирових компонентів (143-145). Ступінь кристалізації і трансформація ліпідів відіграє велику роль на фізичні властивості (твердість) жирових продуктів.

Запропоновано для виробництва бутербродного спреда використання суміші пальмової та рисової олії в пропорціях 85:15 та 80:20 відповідно (144,145). Було встановлено, що на зміну структурно-реологічних показників у жирових моделях «молочний жир, пальмове масло та рослинна олія» впливає масова частка рослинної олії, оскільки значення показників твердості, температури плавлення, вмісту твердих гліцеридів для молочного та пальмового жиру знаходяться в одному діапазоні.

Формування кристалічної структури жирових продуктів залежить від температури охолодження і швидкості механічної дії. Дослідження утворення твердої фази показало, що збільшення швидкості механічної дії скорочує тривалість кристалізації гліцеридів за рахунок прискорення поліморфних перетворень в жирі. Було з'ясовано, за обертання валу 150-180 об/хв (умови проведення процесу в маслоутворювачі) кристалізація триває 8-10 хв, за обертання валу 500 об/хв швидкість затвердіння жиру збільшується і тривалість процесу скорочується на 3-5 хв (146,147).

Інтенсивна механічна дія обумовлює диспергування твердої фази, внаслідок чого збільшується кількість центрів кристалізації і міжфазна поверхня дисперсної системи, що обумовлює утворення міцних коагуляційних просторових структур, виключаючи процес розшарування готового продукту.

Таким чином, поряд з тригліцеридним складом жирової основи, на пластичність і консистенцію спреда істотно впливає режим і умови охолодження молочно-рослинної дисперсії.

Для збагачення спредів білками пропонують використовувати сухе знежирене молоко, маслянку, казеїнати, сухі білкові концентрати, соєвий білок тощо. Однак такі продукти є неможливими для людей, які страждають непереносимістю лактози (143,148).

Розроблено рецептури для виробництва спредів з масовою часткою жиру 72,5% до 52 % за співвідношення немолочного і молочного жиру 70/30, 80/20, 90/10, 100/0. Додаткове залучення фітостеринів запобігає нагромадженню холестерину в

крові шляхом інгібування всмоктування в кишечнику екзогенного і ендogenous холестерину (149).

Вдалося розробити спред з використанням лляної та арахісової олії, який максимально наближається за органолептичними і структурно-механічними характеристиками до вершкового масла. Продукт характеризується збалансованим жирнокислотним складом, що підтверджується вмістом насичених жирних кислот у кількості 24 %, мононенасичених – 36 % і поліненасичених – 40 % (150).

Завдяки оптимізації жирнокислотного складу за рахунок внесення 37,5% лляної олії, 37,5% арахісової олії, 25% курудзяної олії 100 г продукту повністю забезпечує добову потребу в поліненасичених жирних кислотах. Вироблений продукт характеризується наступними фізико-хімічними показниками: кислотне число готового спреда – 0,82 мг КОН /г, перекисне число – 2,98 ммоль акт O_2 /г, коефіцієнт термостійкості – 0,85 (146).

Зовсім новими є розробки, у рецептурах яких функціональний інгредієнт – бактеріальні культури – володіє пробіотичними ознаками (151- 157).

Було розроблено спреди з використанням пробіотичного штаму *Lactobacillus acidophilus* та пребіотика – харчового волокна полідекстрози Litesse (Danisco, Данія). Було доведено, що полідекстроза і ацидофільна паличка, інокульовані в пектинову фракцію у вигляді мікрокапсул, утворюють симбіотичний комплекс у продукті. Такі підходи дають можливість створювати функціональні емульсійні жирові продукти з відповідними фізіологічними властивостями та підвищити стійкість до виживання живих мікроорганізмів (157-158).

Ірландськими вченими розроблено біоспред, що містить біфідо- і лактобактерії, кількість життєздатних мікроорганізмів яких на кінець терміну зберігання (2 місяці) за температури 4 °C складала не менше 10^5 КУО/г (154). Відома розробка біомаргарину з вмістом біфідобактерій наприкінці зберігання після 50 діб - $4,3 \cdot 10^6$ КУО/г (155). Як правило, молочнокисла мікрофлора знаходиться, в основному, у водній фазі, диспергованій у жировій основі, яка є захистом від стресових факторів.

Розробка ВНДІ Жирів вершково-рослинного спреду, передбачає збагачення продукту молочнокислими бактеріями, здатними продукувати вітамін В₁₂ в організмі людини. Було встановлено, що незважаючи на високу концентрацію молочнокислих бактерій у свіжих продуктах (10^{10} КУО/г) за температури зберігання -3 °С кількість його знижувалася до 10^1 КУО/г (153).

Масляні і вершкові пасти. Для підвищення ефективності маслоробної галузі і забезпечення різноманітних запитів сучасного споживача широко попиту набули низькожирні продукти, зокрема масляні та вершкові пасти. Однак розроблення їх технологій терпить деякі труднощі, пов'язані з погіршенням перетворення фаз при обробці молочно-жирових емульсій пониженої жирності, що обумовлено зміною їх фізико-хімічних властивостей, а саме істотним зниженням в'язкості і нестабільністю (30). Стійкості емульсії перешкоджають процеси коалесценції, розшарування та флокуляції (159-170). Для забезпечення стабільності емульсії прямого типу використовують поверхнево-активні речовини, за яких відбувається диспергування жирової фази з розмірами жирових кульок до 2 мкм. Крім цього, підвищуються органолептичні та фізико-хімічні характеристики готового продукту (164-170).

Тому на сьогоднішній день велика увага багатьох вчених зосереджена на пошуках шляхів стабілізації процесу перетворення фаз молочно-жирових емульсій з підвищеним вмістом молочної плазми. Дослідження з цього питання зводяться до наступних напрямів:

- застосування структуроутворювачів молочного походження;
- застосування стабілізаторів консистенції і емульгаторів;
- збільшення інтенсивності механічного впливу на оброблювані в маслоутворювачі вершки (171-179);
- попередня дестабілізація вершків перед подачею їх в маслоутворювач (173-174).

Аналіз і систематизація існуючих літературних даних свідчить про ефективність і доцільність використання молочно-білкових добавок як стабілізаторів структури у виробництві низькожирних маслоподібних продуктів. Як структуроутворювачі молочного походження використовують різні білкові добавки:

сухе знежирене молоко, маслянку, казеїнати, сухі білкові і сироватково-білкові концентрати, отримані мембранним методом із знежиреного молока або сироватки, або з допомогою теплової коагуляції (осадження) білків сирної маси (180-187).

Вид молочного білку відіграє важливу роль у формуванні фізико-хімічних властивостей емульсії «жир у воді» (180). Зокрема, емульсії, стабілізовані сироватковими білками при тій же концентрації білку мають тенденцію до агрегації внаслідок взаємодії між краплями жиру з безперервною білковою фазою (181).

Для забезпечення належних структурно-механічних властивостей, органолептичних показників продуктів та стабільності упродовж зберігання продуктів з підвищеним вмістом молочної плазми, зокрема, масляних паст, широко використовують функціонально-технологічні інгредієнти, які добре поєднуються з молочною основою і дозволяють максимально ефективно використовувати властивості їх складових для формування стійких складних емульсій. Такі підходи дозволяють отримати продукти із заданою структурою, адекватної до структури класичного вершкового масла (188-203).

Не меншої уваги потребує правильний вибір поверхнево-активних речовин для зміни властивостей використовуваних вершків (204-213).

Виготовлення якісного емульсійного продукту з широким діапазоном співвідношення жирової і водної фази, насамперед, передбачає вибір і правильне поєднання стабілізаційних систем: стабілізаторів консистенції і емульгаторів. Дія емульгаторів обумовлена їх здатністю накопичуватися на границі двох рідких фаз, знижуючи міжфазне напруження і створювати навколо крапель захисний шар, що перешкоджає коагуляції і коалесценції. Тип емульгатора і його кількість залежать від масової частки жиру в емульсійному продукті, режимів технологічного процесу, виду використовуваної сировини, ступеня заміни молочного жиру, умов та термінів зберігання продукту (158,212,213).

Як правило, для стабілізації низькожирних емульсій необхідно використовувати емульгатори змішаного типу, які поєднують в собі гідрофільні і гідрофобні композиції. Вони володіють максимальною функціональністю і дозволяють створювати широкий спектр емульсійних продуктів з заданими

властивостями. Найбільш поширені емульгатори містять моно- і дигліцериди харчових жирних кислот, лецитин і фосфоліпіди, емульгатори на основі полігліцерину та ін. Завдяки гідрофільності та міцнішому втримуванні вологи за підвищених температур фосфоліпідів, їх додаткове залучення поліпшує функціональні властивості емульгаторів (210-213).

Було розроблено емульгувальний комплекс, що складається з суміші ефірів полігліцирину і вищих жирних кислот та казеїнату натрію, який за рахунок взаємодії між молекулами олеофільних поверхнево-активних речовин і полярними групами білку та утворених при цьому гідрофобних зв'язків стабілізує харчові емульсії прямого типу з вмістом жиру 30-50 % (214).

Вони повинні відповідати певним вимогам: бути фізіологічно безпечним, сприяти утриманню вологи в продукті при механічній обробці у процесі виробництва, стабілізувати високо- і низько дисперсні емульсії, підвищувати їх стійкість, забезпечувати стійкість продукту під час зберігання. При виборі емульгатора враховують температуру плавлення, йодне число, що характеризують ступінь насиченості. Так, насичені моногліцериди з йодним числом 2-3 г I₂/100 г і вмістом моногліцериду до 80 % використовують при виробництві високожирних емульсій (м.ч. жиру 75-85 %). В емульгаторах такого класу менше виражена емульгувальна здатність, ніж здатність впливати на кристалічну решітку, яка зміцнює структуру кристалу і таким чином зменшує або перешкоджає виділенню рідкого рослинного жиру (212-213).

Запропоновані технології отримання вершкових та масляних паст в основному базуються на визначенні співвідношень базових складників рецептури, до складу яких входять вершки, вершкове масло, маргарин, молочно-білкові добавки, емульгатори та стабілізатори консистенції, смакові і консервуючі речовини (214-217). Використання стабілізаторів структури обумовлюють зміну фізико-хімічних властивостей і структурно-механічних показників молочно-жирових емульсій, характер яких залежить від виду і кількості використаного стабілізатору (218-219).

Їх виробництво, в основному, здійснюється з застосуванням гомогенізації або перетворенням фаз в спеціальних апаратах (220-223).

Процес формування структури продукту зі зниженим вмістом жирової фази залежить від складу молочно-жирової емульсії, способу і режимів термомеханічної обробки. Використання процесу гомогенізації для формування структури і властивостей готового продукту відносно є простішим технологічним рішенням та не вимагає складного апаратурного оформлення. Перевагою є також практична відсутність обмежень мінімально допустимого вмісту жирової фази в продукті. Суть процесу полягає в диспергуванні жирової фази продукту у вигляді гомогенних частинок в його не жировій складовій. Таке диспергування здійснюють з використанням гомогенізаторів або іншого обладнання аналогічного призначення (роторно-пульсаційних апаратів, диспергаторів або насосів високого тиску) (181-191). При використанні процесу гомогенізації формується переважно тип структури «жир у воді». Продукти такого типу мають хорошу пластичність, але менш стійкі в зберіганні (171-177).

При цьому режими обробки вихідної суміші оптимізуються з урахуванням складу продукту і вимог до його консистенції. У літературі є ряд прикладів, де в технологічну схему отримання продуктів пониженої жирності включена гомогенізація (220-224). Зокрема, запропонована технологія вершкової пасти, згідно з якою вершки м.ч. жиру 40-50 % пастеризують, охолоджують до 20-25° С, гомогенізують при 18-23 МПа і після витримання 15-60 хвилин фасують в жорстку тару. Розфасований продукт доохолоджується впродовж 5-8 годин до температури 4 °С для стабілізації його структури (225,226, 227).

Встановлено, що при обробці емульсій з підвищеною кількістю плазми в маслоутворювачі при загальноприйнятих режимах їх роботи, низькожирні продукти з характеристиками, наближеними до вершкового масла, виготовити важко. Це пов'язано зі зниженням активності центрів кристалізації гліцеридів, що ускладнює перетворення фаз внаслідок зниження частки жирової фази та збільшення кількості плазми в вершках (242).

Однак одержувані за такими схемами продукти (особливо з м.ч.ж. до 40 %) характеризуються наявністю пустого, невираженого смаку, з відчуттям водянистості (242). Для поліпшення їх смаку і запаху в вершки перед термообробкою і

гомогенізацією вносять молочно-білкові добавки, стабілізатори консистенції і емульгатори (192-199). Останні поряд із забезпеченням повноти смаку підвищують гомогенність системи, її стійкість, запобігають відділенню вологи при руйнуванні структури (242).

Найчастіше причиною псування продуктів такого типу є пліснявіння, що викликається *Penicillium* і *Cladosporium*, які легко розвиваються навіть при порівняно низьких плюсових температурах. Для попередження їх пліснявіння виробникам доводиться використовувати консерванти (74).

Інший спосіб попередження мікробного псування продуктів пониженої жирності – формування структури типу «вода в жирі», що забезпечує високу ступінь дисперсності плазми. Для отримання емульсії такого типу вміст жиру в продукті повинен складати не менше 34% (74).

Однак вивчення мікроструктури продуктів навіть з вищим вмістом жиру (38-40 %) показує, що повного замикання крапель вологи в безперервній жировій фазі не відбувається. У продуктах такого складу водна фаза додатково структурується за рахунок її зв'язування з білками. Внаслідок цього в продуктах зі зниженим вмістом жиру водна фаза одночасно знаходиться як в емульгованому вигляді, так і у вигляді безперервної водної фази, тобто такі продукти є дисперсіями змішаного типу і в порівнянні з прямими дисперсіями «жир у воді» вони в меншій мірі піддаються мікробіологічному псуванню (74). Змішаний тип структури може формуватися при використанні у технології виробництва продуктів пониженої жирності так званого «холодного змішування». Цю технологію часто застосовують за кордоном. В її основі лежить розм'якшення вершкового масла традиційного складу в апараті типу «Штефан» і введення в нього при постійному перемішуванні молочної плазми з внесеними в неї компонентами (25). При цьому плазма в ньому може знаходитися як в дрібнодиспергованому стані, так і у вигляді безперервної фази, оскільки не досягається високої гомогенності продукту. Важливим для збереження якості такого продукту є вакуумування оброблюваної суміші. Відсутність такої операції призводить до додаткового насичення продукту повітрям, що сприяє прискоренню його окисного і мікробіологічного псування (44).

При виробництві масла пониженої жирності, що виробляється за кордоном, тонке розподілення плазми в моноліті продукту і стабілізація його структури досягається за рахунок додаткового внесення молочно-білкових добавок або стабілізаторів структури та інтенсивної механічної обробки використовуваних молочно-жирових емульсій в апаратах роторного типу або інших аналогічного призначення (185-187,227).

Про виробництво ферментованих продуктів маслоробства з використанням заквашувальної мікрофлори інформації вкрай мало.

Висновки до розділу 1

Аналіз науково-технічної інформації підтверджує актуальність обраного напряму наукової роботи з розробки біотехнологій бактеріальних препаратів для вирішення питання технологічної реалізації нової лінійки ферментованих продуктів маслоробства гарантованої якості та стабільності усіх визначальних чинників.

За підсумками опрацьованих літературних джерел сформульовано наступні висновки:

1. Асортиментний ряд маслоробної галузі досить обмежений і представлений традиційним солоковершковим маслом і солодковершковими спредами. Відсутність вітчизняного кисловершкового масла та інших ферментованих продуктів на ринку України пов'язано з відсутністю розробок цільових бактеріальних препаратів для їх виготовлення.

2. Мало свідчень щодо біотехнологічних характеристик промислових штамів та їхніх композицій для функціонування у різних молочно-жирових системах.

3. Обмеженість наукових робіт, спрямованих на вивчення способів біомодифікації жирових систем молочного та комбінованого складу, особливостей життєдіяльності та метаболічної активності в них заквашувальних культур у залежності від виду ферментованого продукту.

4. Відсутність інформації щодо способів застосування бактеріальних препаратів вимагає різних підходів до відбору штамів та створення на їх основі заквашувальних культур.

5. Епізодичні дані не достатньо висвітлюють вплив заквашувальної мікробіоти на формування показників якості та їх збереження впродовж зберігання за різних довготривалих температурних режимів згідно нормативних документів.

Використані літературні дані відносно сучасного асортименту і управління якістю масложирових продуктів та технологічного потенціалу маслоробної галузі дозволили визначити наукову концепцію, яка полягає у створенні біотехнологічних підходів до розробки нових ферментованих продуктів маслоробства з використанням бактеріальних препаратів на основі молочно- та пропіоновокислих бактерій з вираженою кислото- та ароматоутворювальною активністю. На базі

запропонованої концепції доведено, що успішність розробки ферментованих продуктів маслоробства, їхня якість і конкурентоздатність, попит і популярність на ринку цілком залежать від адекватності створених бактеріальних препаратів у використаній сировині та способам її біотехнологічного перетворення, отож, наскільки науково обґрунтованою виявиться взаємодія двох визначальних факторів виробництва цих продуктів: мікробіологічного і технологічного. Перший забезпечує високі органолептичні характеристики продукту, його здатність до зберігання, тоді як другий (використана сировина, кількість і способи підготування закваски, тривалість окремих етапів) регулює активність і направленість метаболічних процесів.

РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організація роботи

Експериментальна частина роботи виконана у лабораторіях відділу маслоробства та відділу біотехнології Інституту продовольчих ресурсів НААН в період 2009-2018 р.р. Технологічні режими одержання бактеріальних препаратів для виробництва ферментованих продуктів маслоробства було апробовано та впроваджено на базі Державного дослідного підприємства ІПР НААН. Технології молочно-жирових продуктів (кисловершкового масла, кисловершкових спредів та кисловершкових паст) з використанням новостворених бактеріальних препаратів було перевірено на маслоробних підприємствах України: ПАТ «Житомирський маслозавод» (Житомирська обл.); ТОВ «Самбірський молокозавод» (Львівська обл.); ТзОВ «Львівагропродукт» (Львівська обл.).

Організаційно робота розділена на 6 етапів, які в цілому забезпечують системний підхід до вирішення поставлених завдань та включає формулювання теми та мети досліджень, аналіз науково-технічної літератури і патентної інформації за темою досліджень; формулювання наукової концепції та визначення стратегічних задач досліджень, проведення експериментальних досліджень, аналіз і математична обробку отриманих даних, обґрунтування нових рішень, їх апробація та впровадження.

Перший етап роботи присвячено вивченню і аналізу науково-технічної літератури з питань бактеріальних препаратів та технологій ферментованих продуктів маслоробства з їх використанням, формулюванню наукової концепції, на основі якої було визначено нове перспективне направлення в біотехнологіях сучасних продуктів маслоробства, сформульовано мету і визначено стратегічні задачі дослідження дисертаційної роботи, розроблено програму і підібрано методики досліджень, проведено планування експериментів.

При виконанні даного етапу роботи проведено аналіз існуючого асортименту продуктів маслоробства вітчизняного та іноземного виробництва, оцінено їх значення в сучасному харчуванні; визначено потреби в розширенні асортименту

маслоробної галузі, зокрема, ферментованих молочно-жирових продуктів; систематизовано наукові дані щодо впливу складу і методів виробництва на формування фізико-хімічних та органолептичних властивостей продуктів маслоробства; виявлено відсутність наукових даних щодо використання цільових бактеріальних препаратів для їх виробництва та показано нагальну потребу у практичній реалізації як вітчизняних розробок бактеріальних препаратів, так і нових технологій ферментованих продуктів з їх використанням.

Результати досліджень викладені у розділах 1 та 2.

На третьому етапі було проведено скринінг культур молочно- та пропіоновокислих бактерій з колекції відділу біотехнології ІПР та вилучених з самоквасних молочних продуктів та масла домашнього приготування за властивостями, технологічно значимими у маслоробстві, та створено на їх основі заквашувальні композиції для ферментованих молочно-жирових продуктів різної технологічної специфіки.

З'ясовано вплив різних технологій кисловершкового масла на склад мікробіоти, закономірності її функціонування, росту та метаболічну активності заквашувальних композицій різного видового складу.

Четвертий етап присвячений розробці біотехнологій промислового виробництва бактеріальних препаратів, а саме: визначенню способу підготування інокуляту та підбору складу поживних середовищ для нагромадження біомаси та умов культивування, які дозволять зберегти встановлене дослідним шляхом необхідне співвідношення між штамми в сухому бакпрепараті, що є одним з чинників регуляції росту мікроорганізмів та узгодженості метаболічних процесів, а також опрацюванню умов консервування біомаси, які здатні забезпечити високі показники реактивації та розчинності.

На п'ятому етапі встановлено особливості підготування бактеріальних препаратів до використання у різних технологіях ферментованих продуктів маслоробної галузі, а саме: обґрунтування доз і способів внесення їх у молочно-жирову систему.

На **шостому етапі** встановлено вплив розроблених бакпрепаратів на якість кисловершкового масла і кисловершкових спредів, визначено особливості їх функціонування упродовж технологічного процесу виробництва та подальшого зберігання продуктів. Отримано результати, що характеризують придатність розроблених бакпрепаратів у виробництві цільових продуктів з необхідними мікробіологічними, фізико-хімічними та біохімічними показниками та їх беззаперечну роль у формуванні показників якості.

Проведено дослідження можливості застосування 3-х бакпрепаратів, розроблених для кисловершкового масла і кисловершкових спредів у принципово різних технологіях кисловершкових паст: з застосуванням короткочасного біодозрівання молочно-жирових емульсій (МЖЕ) та прямого внесення закваски у МЖЕ. Виявлено особливості формування фізико-хімічних властивостей та вираженості смакового «букету» молочно-жирових емульсій з різним вмістом жирової фази за участі розроблених бактеріальних препаратів.

Проведено оцінку потенціальної можливості емульгування та стабілізації молочно-жирових емульсій різними стабілізаційними системами (стабілізаторами структури і емульгаторами) до перетворення їх у пасти з фазовою структурою «жир у воді», встановлено співвідношення між основними компонентами у МЖЕ різної жирності (жир:білок:вуглеводи) для отримання пластичної консистенції вершкових паст з використанням різних молочно-білкових добавок (СЗМ, демінералізована сироватка, концентрати молочних і сироваткових білків).

Після математичного опрацювання результатів досліджень визначено оптимальні дози спільного використання стабілізаторів структури і емульгаторів для забезпечення необхідної консистенції вершкових паст з масовою часткою жиру 30-40 %.

На **заключному етапі** роботи систематизовано закономірності функціонування бакпрепаратів у ферментованих продуктах маслоробства, визначено економічну ефективність та соціальну значимість від їх впровадження.

Основним практичним результатом роботи є розробка і затвердження нормативної документації для виробництва 3-х бакпрепаратів прямого внесення та ферментованих продуктів маслоробства з їх використанням.

2.2. Об'єкти та предмет досліджень

Об'єкт дослідження – біотехнології бактеріальних препаратів на основі штамів молочно- і пропіоновокислих бактерій та ферментованих продуктів маслоробства.

Предмет дослідження – фізіолого-біохімічні властивості штамів молочно- та пропіоновокислих мікроорганізмів; біотехнологічні властивості заквашувальних композицій, заквасок і бактеріальних препаратів; параметри росту бактеріальних препаратів; поживні та захисні середовища, замітники молочного жиру, стабілізатори структури, ферментовані продукти маслоробства.

До роботи було залучено чисті культури мезофільних молочнокислих бактерій видів *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetilactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, термофільних молочнокислих бактерій видів *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* та пропіоновокислі *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii*, вилучені з різних джерел – з некомерційного вершкового масла та самоквасних молочних продуктів, а також з колекції промислових мікроорганізмів відділу біотехнології ІПР.

2.3. Методи досліджень

2.3.1. Мікробіологічні методи отримання чистих культур із самоквасних молочних продуктів та масла домашнього вироблення. Виділення культур проводили із самоквасних молочних продуктів та домашнього масла. Чисті культури отримували шляхом висіву накопичувальних культур на селективні агаризовані середовища: гідролізований агар, збагачений 1 % цитратом кальцію, 1% сахарози та 0,5 % дріжджового екстракту для ароматоутворювальних лактококів; агар з гідролізованим молоком – для всіх інших видів лактобактерій та агаризоване лактатне середовище – для пропіоновокислих бактерій.

Термін вирощування становив 48 год за температури 37 °С для термофільних і 22 °С, 26 °С і 30 °С – для мезофільних культур. Після одержання на твердих поживних середовищах ізольованих колоній їх було пересіяно у знежирене молоко, а після отримання кисломолочних згустків за відповідних температур вирощування культури перевіряли на чистоту і гомогенність.

Ідентифікацію молочнокислих та пропіоновокислих бактерій (стійкість до дії NaCl, гранична кислотність, фагорезистентність, МЗА) проводили відповідно до “Bergeys Manual of Determinative Bacteriology” та за рекомендаціями Л.А. Баннікової, Н.С. Корольової, Є.І. Кваснікова, О.О. Нестеренко та ін. (228-230).

Мікроскопічні препарати готували за загальновизнаною методикою з фарбуванням метиленовим синім відповідно до ДСТУ 7357:2013 (239).

Аналіз мікроскопічних препаратів здійснювали за допомогою мікроскопу Motic (Fischer Bioblock) з вмонтованою відеокамерою TopView 1000 за збільшення у 1000 разів.

За наявності в мікропрепаратах сторонніх мікроорганізмів або значної морфологічної гомогенності культури очищували шляхом послідовних висівів у відповідні агаризовані та рідкі селективні середовища (230).

Культури лактобактерій підтримували у стерильному знежиреному молоці або гідролізованому бульйоні, поновлюючи їх через кожні 20-25 діб. Зберігали культури за температури (5±1) °С. Перед дослідженнями культури активізували шляхом декількох послідовних пересівів на відповідні поживні середовища з інкубацією за оптимальних для кожного виду температур росту упродовж 12-24 год.

2.3.2. Дослідження біотехнологічних характеристик штамів лакто- і пропіоновокислих бактерій та їх заквашувальних композицій. Загальну кількість молочнокислих бактерій визначали стандартним методом висіву десятикратних розведень за ДСТУ 7999:2015 (232-231), чисельність пропіоновокислих бактерій – за ДСТУ 7354:2013 (233).

Основні біотехнологічні характеристики молочнокислих та пропіоновокислих бактерій (стійкість до дії NaCl, жовчі, фенолу, ріст у м'ясо-пептонному бульйоні з різними значеннями рН, гранична кислотність, фагорезистентність, утворення

аміаку з аргініну, здатність до зброджування вуглеводів, кислото- та ароматоутворення) визначали за рекомендаціями Л.А. Баннікової, Н.С. Корольової, Є.І. Кваснікова, О.О. Нестеренко та ін (82,228,234).

Антагоністичні властивості досліджуваних мікроорганізмів визначали за методом лунок на твердому поживному середовищі та за спільного культивування з патогенними та умовно патогенними тест-культурами: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus epidermis* (235).

Ліполітичну активність визначали дифузійним методом. Культури пересівали в лунки на індикаторне середовище з твіном 40. Ступінь ліполітичної активності визначали за шириною зони помутніння середовища навкруг лунки, що зумовлено утворенням кристалів нерозчинних солей жирних кислот, вивільнених за гідролізу твіну (236).

Здатність пропіоновокислих бактерій до біосинтезу вітаміну В₁₂ – мікробіологічним методом, розробленим Л.С. Куцевою (237).

2.3.3. *Мікробіологічні показники продуктів*. Відбір проб для мікробіологічних досліджень проводили за ДСТУ IDF 122В:2003 (238).

Мікробіологічні показники молочно-жирових продуктів досліджували за наступними методиками:

- кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів – за ДСТУ 7357:2013 (239);
- кількість бактерій групи кишкової палички – за ДСТУ 7357:2013 (239);
- кількість дріжджів та плісені – за ДСТУ 8447-2015 (240);

Вміст молочнокислих, спороутворювальних маслянокислих, ліполітичних та протеолітичних бактерій встановлювали згідно з Інструкцією щодо мікробіологічного контролю на підприємствах молочної промисловості (241);

2.3.4. *Фізико-хімічні методи дослідження заквашувальних композицій, молочного жиру, замінників молочного жиру, молочно-жирових емульсій, ферментованих продуктів маслоробства*. Відбір проб і підготовку їх до аналізу здійснювали за ДСТУ ISO 707:2002 (242).

Під час досліджень враховували такі показники:

- титрована кислотність закваски, плазми та жирової фази продуктів – за ГОСТ 3624-92 (243);
- концентрацію іонів водню (pH) – потенціометрично за допомогою іоновимірювача лабораторного марки «И-160М» із точністю вимірювань до $\pm 0,02$ од. pH за ГОСТ 3626-73 (243);
- масову частку вологи сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) продуктів — за ГОСТ 3626-73 (244);
- масову частку жиру – за ГОСТ 5867-90 (245);
- масову частку золи – сухою мінералізацією зразків у муфельній печі за температури (550 ± 25) °C;
- масову частку білку – за методом К'ельдаля за ДСТУ ISO 8968-2:2005 (IDF 20-2:2001) (246);
- *пероксидне число*, що характеризує ступінь окислювального псування жиру, визначали методом окиснення йодистоводневої кислоти пероксидами, що містяться в жирі, з наступним титруванням виділеного йоду тіосульфатом натрію (118);
- *йодне число* — за прискореною методикою (118), яка базується на дії спиртового розчину йоду у присутності води. Йодне число жиру є пропорційним концентрації в ньому ненасичених низькоплавких жирних кислот;
- *число Рейхерта-Мейсся* встановлювали за загальноновживаною методикою (118) за кількістю 0,1 н лугу, що пішло на нейтралізацію летких, розчинних у воді жирних кислот, виділених із 5 г жиру після його омилення; з наступним його розщепленням сірчаною кислотою і відгонкою летких кислот з водяною парою. Число Рейхерта-Мейсся характеризує вміст в жирі низькомолекулярних розчинних у воді летких жирних кислот;
- *число Поленське* – згідно з методиками Г.С. Ініхова та Н.П. Брио (118);
- температуру плавлення та застигання жирових композицій молочного жиру та замінників молочного жиру – за ДСТУ 4463:2005 (247);
- термостійкість – за ДСТУ 6067:2008 (248);

- витікання рідкого жиру визначали за 25 °С за методикою, запропонованою В. Мором і модифікованою Е. Ставровою (249);
- твердість спредів визначали на твердомірі Камінського – за ДСТУ 4463:2005 (250).

Для визначення закономірностей плавлення кристалічної фази жирів використовували метод об'ємної дилатометрії, що базується на властивостях жирів збільшуватися в об'ємі при переході з твердого стану у рідкий. Для визначення вмісту кристалічної фази жиру дилатометри з розплавленим жиром швидко охолоджували на льодяній ванні за 0 °С і витримували впродовж 3 год, що забезпечувало стійкий стан рівноваги між кристалічною і рідкою фазами. Дилатаційну криву проводили послідовно від 0 °С до 40 °С з витримкою за температури 8, 12, 16, 20, 24, 26, 28, 30, 31, 32, 34, 36, 38, 40 °С по 30...40 хв до встановлення рівноваги між кристалічним і рідким жиром. За формулами, уточненими Єресько Г.О., Работяговою Л.І. (251) проводили перерахунок результатів дослідження для визначення вмісту кристалічної фази жирів за різних температур.

Стійкість емульсії визначали методом центрифужних пробірок центрифугуванням 10 см³ зразків у градуйованих пробірках впродовж 5 хв при частоті обертів 1500 хв⁻¹ з наступним їх нагріванням за 100 °С впродовж 3 хв і повторним центрифугуванням за тих же умов.

Стійкість емульсії (X, %) обчислюють за формулою:

$$X = P \cdot 100 / 10 \quad (2.1)$$

де P – об'єм незруйнованої емульсії, см³;

10 – об'єм проби, см³.

Емульгувальні властивості емульгаторів визначали як об'єм рослинного жиру (10 см³), який емульгується певною кількістю емульгатору (1 %). Суть методу полягає в розрахунку співвідношення у відсотках неемульгованого (вільного жиру) до його загального вмісту в емульсії після дії на нього дестабілізуючого температурного чинника.

2.3.5. *Біохімічні дослідження.* Вміст діацетилу в молочних згустках та ферментованих молочно-жирових продуктах визначали за методом Залашко і Макар'їної, вміст ефірів – за лужним гідролізом (118). Уміст летких органічних кислот (дистиляційне число) визначали за мікрометодом (118).

Характеристику якісного та кількісного складу летких органічних кислот, ефірів, вільних амінокислот лактонів, спиртів – за методом газорідинної хроматографії за ГОСТ Р 51762-2001 на хроматографі “Кристал-люкс-400М (252).

Рівень зброджування вуглеводів –методом високоефективної рідинної хроматографії на хроматографі LC-5 (“Shimadzu”) за ДСТУ ISO 11868:2004 (253).

Активність β -галактозидази лактобактерій оцінювали використанням хромогенного субстрату о-нітрофеніл- β -D-галактопіранозид. За одиницю ферментативної активності приймали таку кількість ферменту, яка каталізує гідроліз 1,0 мкМ хромогенного субстрату з утворенням забарвленого о-нітрофенолу за температури 30 °C і pH 4,6 за 1 хв (254).

Рівень холестерину в продуктах – за ДСТУ ISO 6799-2002 (255);

Вміст жирних кислот – методом газової хроматографії відповідно до ГОСТ Р 51483- 99 та ГОСТ Р 51486-99 (256);

Амінокислотний склад білків плазми кисловершкового масла досліджували після гідролізу зразків продукту сумішшю 6 н. соляної та 4 % тіоглікової кислот за температури 105-110 °C упродовж 48 год у середовищі CO₂ та наступного випарювання під вакуумом за температури 45 °C (257). Розподіл та ідентифікацію амінокислот виконували на аналізаторі LC-2000 (Біотронік), видалення жиру та осадження білкових сполук – 10 % трихлороцтовою чи сульфосаліциловою кислотами. Для ідентифікації та визначення кількості вільних амінокислот застосовували комп'ютерну обробку хроматограм за допомогою програмного пакету Kodak Digital Science ID.

2.3.6. *Структурно-механічні характеристики продуктів.* Структурно-механічні характеристики кисловершкового масла і кисловершкових спредів (напруження зрізу, робота різання, еластичність, пенетрація) досліджували на універсальній механічній тест-машині «SANS» серії CMT за допомогою спеціальних

насадок Уорнера-Бретцера, користуючись відповідними методичними вказівками. Обчислення показників проводили за допомогою програмного забезпечення Power Test DOOE.

Структурно-механічні характеристики кисловершкових паст досліджували за показником граничного напруження зсуву, що базується на зануренні конусу у в'язкопластичне середовище під дією постійної сили, який визначали із застосуванням універсального автоматичного пенетрометра «Stanhone-Seta». Він дозволяє визначити граничне напруження зсуву за глибиною проникнення конусу з певним кутом ($2\alpha=78^\circ$) в продукт за 5 с занурення. Граничне напруження зсуву розраховували за даними пенетрації за формулою, $\text{г} \cdot \text{см}^2$ (258);

$$P_m = 3800h^{-1,26}$$

де h - глибина проникнення конуса пенетрометра з кутом ($2\alpha=78^\circ$) при навантаженні 0,565 Н, виражена в діленнях шкали, рівній 10^{-4} м.

2.3.7. Дослідження ростових параметрів культур мікроорганізмів та їхніх композицій. Закономірності росту чистих культур та їхніх композицій вивчали за періодичного культивування в статичних умовах на відповідних середовищах у лабораторних та напівпромислових умовах. У лабораторних умовах культивування здійснювали в ємностях об'ємом 1-5 дм^3 з періодичним відбором зразків для аналізу. Відбір зразків для досліджень проводили асептично та відповідно до схеми конкретного експерименту.

Опрацювання режимів та параметрів виробництва бактеріальних препаратів здійснювали в напівпромислових ферментерах з загальним та робочим об'ємом 100 і 75 дм^3 , відповідно за необхідних для кожного конкретного препарату умов та режимів.

Показниками розвитку бактеріальних культур у поживних середовищах були: питома швидкість росту (μ , год^{-1}), урожайність (X , мг), економічний коефіцієнт (Y), тривалість лаг-фази (T_l), константа поділу (число поділу клітини за 1 год) (ν , год^{-1}) та термін регенерації – тривалість, необхідна для одного циклу поділів клітини (g , год) (259).

Розрахунок цих параметрів здійснювали на підставі кривих росту мікроорганізмів в координатах Ig КУО – за тривалістю культивування або за кількістю сухої бактеріальної маси (x) в одиниці об'єму.

Чисельність мікроорганізмів визначали за кількістю КУО на агаризованому поживному середовищі, використовуючи метод граничних десятикратних розведень.

Масову частку сухого бактеріального залишку визначали сушінням до постійної маси за температури 105 °С осаджених і відмитих бактеріальних клітин (274). Концентрацію біомаси в досліджуваних середовищах розраховували виходячи з того, що становило $(1,00 \pm 0,05) \cdot 10^{10}$ КУО/см³ і, відповідно, біомаса – 6,4-7,0 г/дм³.

2.3.8. Умови одержання сухого препарату та методи досліджень його властивостей. Біомасу відокремлювали від культуральної рідини центрифугуванням, змішували з охолодженим захисним середовищем. З метою вивчення здатності бактерій до виживання та впливу захисного середовища змішували пропорційні кількості біомаси і захисного середовища (1:2) і визначали чисельність життєздатних клітин в них до і після ліофілізації. Сушіння проводили на сублімаційній сушарці ТГ15 за наступних режимів: початкова температура мінус (30 ± 2) °С, кінцева – плюс (30 ± 2) °С, за залишкового тиску не більше 6,65 Па (0,679 кгс/м²).

Для аналізу бактеріальних препаратів користувалися наступними методиками:

- розчинність сухого препарату згідно з ГОСТ 8764-73 (260);
- масової частки води згідно з ГОСТ 24061-88 (261);
- здатність до зберігання за різних температур та води;
- активність сухих препаратів оцінювали за приростом титрованої кислотності через три години культивування та за тривалістю сквашування 1 дм³ стерилізованого молока за оптимальної температури росту культур.

2.3.9. Визначення біологічної цінності. Визначення біологічної цінності проводили методом біотестування з використанням культури одноклітинних мікроорганізмів *Tetrahimena pyriformis* (262).

Перерахунок клітин *Tetrahimena pyriformis* досліджували з використанням камери Горяєва за допомогою біологічного бінокулярного мікроскопу «XPS – XY» з фото /відео виходом та цифровою мікроприставкою з адаптером «Canon Power Shot G6».

2.3.10. Проведення експериментальних виробок ферментованих молочно-жирових продуктів. При виробництві дослідних зразків кисловершкового масла методом збивання застосовували диференційовані температурні режими підготування вершків до збивання відповідно до специфіки хімічного складу молочного жиру.

Зокрема, для сировини весняно-літнього періоду року за значень йодних чисел 34,5-40,1 проводили трьохступінчасте дозрівання вершків за режиму 21°C (6 год) – 13°C (4 год) – 8°C (8-14 год), для сировини в осінньо-зимовий період – за значень йодних чисел 29,1-34,5 – за 8°C (2 год) – 21°C (7 год) – 13°C (10-14 год).

Фізико-хімічні показники зимового та літнього молочного жиру, виділеного із вершків, з яких виготовляли дослідні зразки кисловершкового масла, представлено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики молочного жиру

Зразок молочного жиру	Показник заломлення	Число Рейхерта-Мейссля	Температура плавлення, °C	Йодне число
№ 1	1,4541	28,43	27,4	30,43
№ 2	1,4542	29,07	26,9	30,98
№3	1,4596	27,44	25,5	38,60
№4	1,4553	27,12	24,9	36,95

Для дослідження впливу закваски на показники якості кисловершкового масла та спредів, виготовлених методом перетворення ВЖВ та жирової суміші відповідно, закваску вносили на стадії формування структури продукту.

Для дослідження жирової фази спредів, її виділяли розтоплюванням зразків спреду та фільтруванням за температури 55 °C.

Органолептична оцінка продуктів проводилася за ГОСТ 7616-85 (263).

2.4. Статистична обробка експериментальних даних

Для обробки одержаних експериментальних даних застосовували пакет програмного продукту STATISTICA[®]5. XX for Windows (StatSoft Inc., USA) згідно з урахуванням рекомендацій, наведених у посібнику С. Н. Лапача зі співав. (264).

Оцінку результатів досліджень проводили за рівнем значимості P . Повторність дослідів п'яти-семи разова. Результати вважали достовірними за довірчого рівня $P < 0,05$.

Графічну обробку результатів здійснено за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 2010, Mathsoft Mathcard Enterprise Edition V11.A.

Висновки до розділу 2

Для досягнення мети та поставлених завдань визначено об'єкти досліджень – біотехнології бактеріальних препаратів та технології ферментованих молочно-жирових продуктів та предмет досліджень – показники якості бакпрепаратів та ферментованих молочно-жирових продуктів.

Комплекс визначених мікробіологічних, фізико-хімічних, біохімічних, структурно-механічних методів та статистичної обробки дозволяють вирішити поставлені завдання.

РОЗДІЛ 3

СТВОРЕННЯ ЗАКВАШУВАЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙ МОЛОЧНО- ТА ПРОПІОНОВОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ ДЛЯ ФЕРМЕНТОВАНИХ МОЛОЧНО-ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ РІЗНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПЕЦИФІКИ

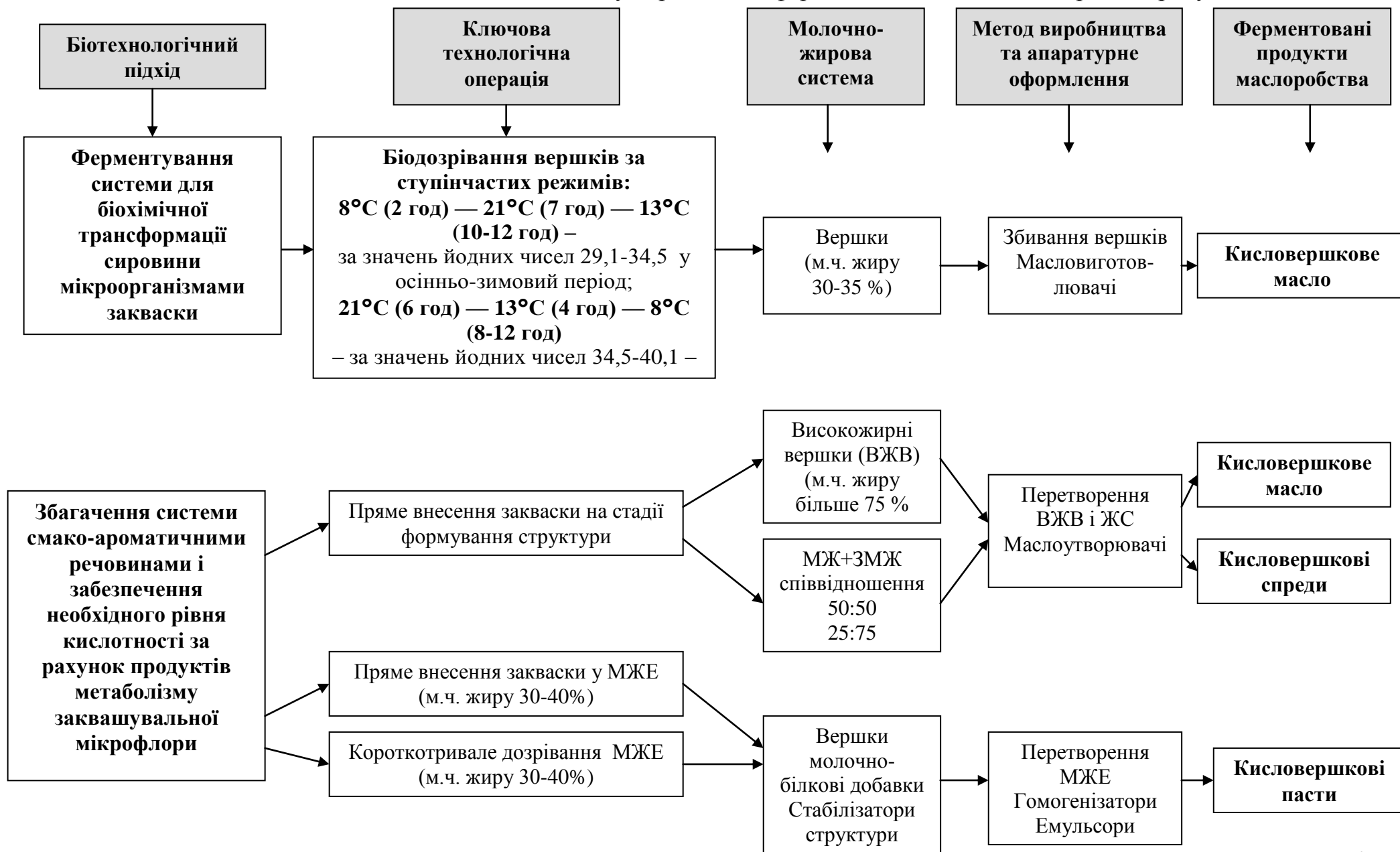
Сучасний ринок вітчизняних бактеріальних препаратів орієнтований лише на виробництво кисломолочних продуктів і сирів, пропонує в основному різні комбінації мезофільних штамів лактококів, активність яких проявляється за температур, близьких до оптимальної (265-267).

У маслоробній галузі, як відомо, застосовують принципово різні біотехнологічні підходи. У виробництві кисловершкового масла методом збивання і кисловершкових паст – це ферментування для біохімічної трансформації сировини, а для одержання кисловершкового масла методом перетворення високожирних вершків (ПВЖВ), кисловершкових спредів і паст з м.ч. жиру 30-40 % проводять збагачення сировини на стадії формування структури смако-ароматичними продуктами метаболізму закваски (рис. 3.1).

Відповідно до цих технологічних особливостей продуктів підбір бактеріальних культур потребує врахування як їх функціонально-технологічних властивостей, так і біохімічної активності у різних жирових системах за різних умов використання. Отож, виключне значення при виборі культур до складу заквашувальних композицій набуває баланс між енергійними кислото- та ароматоутворювачами, щоб забезпечити необхідний рівень кислотоутворення і смако-ароматичних компонентів у готовому продукті.

Це й обумовило потребу у розробці бактеріальних препаратів для продуктів маслоробства на основі молочнокислих бактерій, де основним ароматоутворювальним компонентом є *L. diacetylactis*, здатний продукувати значну кількість діацетилу. Важливу роль відіграватимуть також пропіоновокислі бактерії, здатні підтримувати свою життєдіяльність і біохімічну активність у незвичних для них середовищах (високий вміст ліпідів, брак вуглеводів, білків, мінеральних речовин тощо) і за значно нижчих від оптимальних температур також

Рис. 3.1 Реалізація біотехнологічних підходів у виробництві ферментованих молочно-жирових продуктів



нагромаджувати смако-ароматичні сполуки у кількостях, достатніх для перетворення молочно-жирової сировини у якісні продукти.

Проте аналіз сучасних біотехнологій виробництва бактеріальних препаратів показав відсутність вітчизняних розробок у цьому напрямку та необхідність їх проведення для ферментування різних молочно-жирових систем.

3.1. Відбір штамів молочно- та пропіоновокислих бактерій. Пошук штамів до складу заквашувальних композицій для виробництва ферментованих продуктів маслоробства з числа мезофільних і термофільних молочнокислих та пропіоновокислих мікроорганізмів проведено серед культур, що підтримуються в колекції Інституту продовольчих ресурсів, а також з вилучених з самоквасних молочних продуктів, домашньої сметани та некомерційного масла. У результаті первинного відбору отримано, відповідно, 58 та 158 штамів молочно- та пропіоновокислих бактерій (табл. 3.1), але після 4-х послідовних пересівів у стерильне знежирене молоко зберегли свою активність лише 35 % монокультур.

Таблиця 3.1 – Джерела виділення молочно- та пропіоновокислих бактерій

Види культур	Кількість виділених штамів			
	із самоквасних продуктів	масло домашнього приготування	із колекції ІПР	всього
<i>L. diacetylactis</i>	25	18	12	55
<i>L. lactis</i>	25	20	14	59
<i>L. cremoris</i>	8	12	3	23
<i>S. thermophilus</i>	8	6	8	22
<i>L. delbrueskii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>	6	2	14	22
<i>L. acidophilus</i>	2	—	7	9
<i>L. casei</i>	10	—	—	10
<i>L. rhamnosus</i>	4	—	—	4
<i>P. freudenreichii</i>	12	—	—	12

*Примітка: далі за текстом для позначення видів будуть використовуватися скорочені номенклатурні назви

Після дослідження основних біотехнологічних властивостей: молокозсідальної активності, кислотоутворення та позитивними органолептичними показниками ферментованого ними молока, до наступної роботи було взято 16 штамів *Lactococcus lactis*, 13 штамів *Lactococcus diacetylactis*, 6 штамів *Lactococcus cremoris*,

7 штамів *Streptococcus thermophilus*, 8 штамів *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, 3 штами *Lactobacillus acidophilus*, 6 штамів *Lactobacillus casei*, 2 штами *Lactobacillus rhamnosus* та 5 штамів *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii*.

3.2. Дослідження властивостей мезофільних і термофільних молочно- та пропіоновокислих бактерій. Критеріями відбору штамів до складу заквашувальних композицій були технологічні та фізіолого-біохімічні показники їх розвитку у молоці, що є важливими й для ферментування різних жирових систем молочного та комбінованого складу: урожайність, гранична кислотність, фагостійкість, тривалість утворення молочного згустку, енергія кислотоутворення та рівень продукування смако-ароматичних речовин, ефективна в'язкість, антагоністична та ліполітична активності (307-309). При цьому обов'язковою вимогою до перспективної культури було прояв нею на максимальному рівні не менше двох контрольованих ознак, – в першу чергу, енергії кислотоутворення та рівня продукування смако-ароматичних речовин.

Результати, представлені у табл. 3.2, вказують на доволі істотні розбіжності у величинах досліджених показників, як в межах кожного виду, так і міжвидові.

На відміну від мезофільних ароматоутворювальних лактококів *L. diacetilactis* з низькою активністю молокозсідання (близько 11,5-21,5 год), штами мезофільних кислотоутворювальних лактококів *L. lactis*, *L. cremoris* сквашували молоко впродовж 7-11 год. Найшвидше зсідання молока відбувалося (4,5-7,5 год) за участі термофільних стрептококів *S. thermophilus* та лактобацил видів *L. bulgaricus* і *L. acidophilus*, що є характерною ознакою для даних видів. Для всіх досліджених штамів *L. lactis* та *L. diacetilactis* характерні значні розбіжності за цим показником, про що свідчать високі коефіцієнти варіації – 22,5-28,6 %.

Проаналізовано вміст діацетилу та летких органічних кислот за ферментування монокультурами молочнокислих та пропіоновокислих мікроорганізмів стерильного знежиреного молока. Найактивнішими продуцентами ароматичних речовин були гетероферментативні лактококи виду *L. diacetilactis*, які накопичували від 0,325 мг/100 г до 0,585 мг/100 діацетилу та від 305 мекв/100 г до 361 мекв/100 г летких

органічних кислот. Це пояснюється особливостями їх біохімічного апарату. Високу здатність до утворення діацетилу спостерігали також у штамів *L. cremoris*, *L. lactis* – 0,235-0,244 мг/100 г. Рівень летких органічних кислот у них коливався в межах – 141-163 мкгекв/100 г і був штамо залежним.

Відомо, що пропіоновокислі бактерії не спроможні утворювати молочні згустки, оскільки виявляють низькі значення граничної кислотності (40 °C). Однак вони привертали увагу своєю здатністю до активного синтезу летких органічних сполук – до 500 мекв/100 г (табл. 3.2).

Важливою характеристикою лактобацил є продукування ними молочної кислоти на рівні 2,5-4,0 %, тоді як в молочних згустках, утворених лактококами, їх кількість знаходилася в межах 1 %. Однак особливу увагу звертає той факт, що штами, які активно продукували смакові компоненти, не завжди задовольняли своїми органолептичними характеристиками.

Усі проаналізовані штами були достатньо урожайними. Кількість життєздатних клітин у кисломолочних згустках коливалася від $5 \cdot 10^7$ КУО/см³ до $5,5 \cdot 10^8$ КУО/см³.

Штами ацидофільної палички вирізнялися високою граничною кислотністю у порівнянні не тільки з термофільними стрептококами (в межах 95-120 °T), але й також з лактобацилами виду *L. bulgaricus*, енергія кислотоутворення яких досягала до 250 °T. Причому помічено значні розбіжності за цим показником для штамів виду *L. acidophilus*. На підставі одержаних результатів, можна передбачити негативний вплив штамів *L. acidophilus* на інші культури у разі їхнього спільного нарощування. Особливо вразливими є мезофільні культури *L. diacetylactis* та пропіоновокислі бактерії. Тому залучення штамів *L. acidophilus* з надмірною кислотоутворювальною здатністю до складу заквашувальних препаратів можуть ускладнити регулювання всіх складників заквашувальної композиції. Так, у випадку неконтрольованого процесу ацидифікації переважно працюють кислотоутворювальні штами мікроорганізмів. Тому до складу композицій бактерії цього виду слід залучати лише з помірною енергією кислотоутворення або як варіант окремо сквашувати цю культуру з наступним змішуванням у певних пропорціях закваски з ароматоутворювальною складовою.

Таблиця 3.2 – Характеристика відібраних штамів молочнокислих бактерій

Види культур	К-сть штамів	Молокозсідальна активність, год		Титрована кислотність, °T		Ароматоутворювальна активність				Ефективна в'язкість за температури 15 °C, Па·с			
						вміст діацетилу, мг/100 г		вміст летких органічних кислот, мекв/100г		при швидкості деформації 1 с ⁻¹		при швидкості деформації 437,4 с ⁻¹	
		$M \pm m^*$	$KB, \%$	$M \pm m^*$	$KB, \%$	$M \pm m^*$	$KB, \%$	$M \pm m^*$	$KB, \%$	$M \pm m^*$	$KB, \%$	$M \pm m^*$	$KB, \%$
<i>L. lactis</i>	16	8,9±2,0	22,5	89±4,1	4,6	0,244±0,07	28,7	141±43	30,5	2,73±0,72	26,4	0,03±0,008	26,7
<i>L. cremoris</i>	6	8,4±0,8	9,5	88±1,7	1,9	0,235±0,03	12,8	163±21	12,9	3,49±0,15	4,3	0,04±0,006	15,0
<i>L. diacetylactis</i>	13	16,5±5,0	30,3	84±10,5	12,5	0,455±0,13	28,6	333±28	8,4	2,37±1,05	44,3	0,02±0,006	30,0
<i>S. thermophilus</i>	7	5,3±1,0	18,9	92±12	13,1	0,160±0,03	18,8	120±38	31,7	3,49±0,20	5,7	0,05±0,002	4,0
<i>L. delbrueskii</i> <i>ssp. bulgaricus</i>	8	5,8±1,5	25,9	117±14	12,0	0,12±0,03	25,0	183±27	14,8	4,16±0,95	22,8	0,07±0,02	28,6
<i>L. acidophilus</i>	3	5,3±1,0	18,9	132±8	6,1	0,006±0,001	16,7	122±23	18,9	3,56±0,87	24,4	0,06±0,009	15,0
<i>L. casei</i>	6	16,0±3	18,8	88±17	19,3	0,176±0,03	17,0	158±17	12,3	2,81±0,82	29,2	0,03±0,008	26,7
<i>L. rhamnosus</i>	2	16±0,5	3,1	74±4	5,4	0,198±0,01	5,1	165±2	1,2	2,31±0,02	0,9	0,02±0,001	5,0
<i>P. freudenreichii</i>	3	-		40±2	5,0	-		483±17	3,5				
	64												

Примітка: M – середнє значення показника; m – похибка середнього; KB – коефіцієнт варіації. $P < 0,05$

Ефективна в'язкість вершків є важливим технологічним показником при виробництві кисловершкового масла методом збивання, яка зростає під дією молочнокислих мікроорганізмів. Цей показник є визначальним і для встановлення витрат електроенергії для отримання масляного зерна. При прямому внесенні закваски на стадії формування структури методом перетворення ВЖВ слід теж використовувати закваску помірної в'язкості для легшого та рівномірнішого її розподілення.

Штамова відмінність виявилась значнішою у величинах ефективної в'язкості, про що свідчать коефіцієнти варіації для всіх досліджених видів молочнокислих мікроорганізмів. Найбільші її величини за швидкості деформації 1 с^{-1} (до $3,64 \text{ Па}\cdot\text{с}$) були притаманні кисломолочним згусткам, утвореними культурами *L. cremoris*, причому коефіцієнт варіації в цьому разі був найнижчим. Штами термофільного стрептококу також виявилися достатньо в'язкими, що можна пояснити їхньою здатністю до продукування в'язких екзополімерів.

Натомість штами *L. diacetylactis* характеризувалися найнижчими значеннями ефективної в'язкості – від $1,32$ до $3,42 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Мезофільні лактококки виду *L. lactis* утворювали кисломолочні згустки з ефективною в'язкістю в межах $2,0$ - $3,5 \text{ Па}\cdot\text{с}$, а термофільні лактобацили – на рівні $3,6$ - $4,2 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Проте при інтенсивному перемішуванні кисломолочних згустків їх в'язкість за швидкості деформації $437,4 \text{ с}^{-1}$ істотно знижувалася до рівня $0,02$ - $0,07 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

Оскільки для сприяння кристалізації та забезпечення якісної консистенції кисловершкового масла підготування вершків до збивання відбувається за низьких температур, додатковим критерієм відбору мезофільних лактококів до заквашувальної композиції для класичної технології КВМ була їхня здатність до психрофілії, тобто інтенсивного росту і високої біохімічної активності за температури, набагато нижчої за оптимальну ($30 \text{ }^{\circ}\text{C}$), але обумовленою сферою їх майбутнього практичного застосування. Встановлено, що 10 відібраних представників роду *Lactococcus*, які належать до підвидів *lactis*, *cremoris*, *diacetylactis* з найвищою МЗА за температури $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$, утворювали молочні згустки

у відновленому знежиреному молоці через 18 год вирощування за температури 22 °С при використанні навіть 3 % посівного матеріалу.

Обов'язковою характеристикою МКБ, які відбирають до складу заквашувальних культур для кисловершкового масла методом збивання, є їхня здатність до активного розвитку у вершках. Встановлено, що у пастеризованих вершках зі вмістом жиру 42 % за температурних умов дозрівання, визначених «зимовою» технологією кисловершкового масла: 8°C (2 год) – 21°C (7 год) – 13°C (13 год) за використання 5 % інокуляту приріст титрованої кислотності у досліджених мезофільних лактококів складав 11-30 °Т, хоча за активністю нагромадження кислоти істотних відмінностей між штамами не зафіксовано. Незважаючи на доволі екстремальні для МКБ температурні умови ферментації вершків, більшість з досліджуваних штамів виявляли різну пристосованість до цих умов, продовжували розвиватись і збільшували чисельність до кінця експерименту (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Рівень кислотоутворення та чисельність клітин досліджуваних штамів МКБ у вершках за зимового режиму дозрівання

Показники	Температурний режим та тривалість вирощування		
	8°C, 2 год	21°C, 7 год	13°C, 13 год
Δ рН до контролю	0,24-0,39	0,96-1,66	1,76-1,83
Δ °Т до контролю	3-7	10-16	11-30
Початковий титр, lg КУО/см ³	6,6-7,21		
Кінцевий титр, lg КУО/см ³		7,08-8,15	7,39-8,37
Ріст чисельності клітин до початкового титру, разів		3,01-8,91	3,09-14,45

Загалом, оцінюючи потенціал досліджених штамів, спостерігаємо значні розбіжності в їхніх характеристиках. Універсальних штамів, які б виявляли увесь комплекс бажаних властивостей на найвищому рівні, отримати не вдалося. Деякі з них є енергійними кислотоутворювачами, інші – активніше продукують смако-ароматичні речовини.

За технологічною перспективністю щодо використання у складі заквашувальних композицій усі досліджені штами було розподілено на умовні групи: не перспективні, середньо перспективні і перспективні за чотирма

найважливішими характеристиками (табл. 3.4). Слід зазначити, що використання штамів молочнокислих бактерій у виробництві ферментованих продуктів маслоробства обмежується в основному їх слабким продукуванням ароматичних сполук (304, 307).

Таблиця 3.4 – Розподілення досліджуваних штамів лактобактерій за їх технологічною перспективністю, %

Технологічна характеристика	Умовні групи		
	Частина від кількості досліджуваних штамів лактобактерій, %		
	<i>не перспективні</i>	<i>середньо перспективні</i>	<i>перспективні</i>
Молокозсідальна активність	50,4 (13-21,5 год)	38,0 (13-9 год)	11,6 (4,5-9 год)
Кількість молочної кислоти на момент утворення згустку	33,33 (0,5-0,7 %)	23,80 (0,7-0,9 %)	42,87 (>0,9%)
Утворення діацетилу	61,91 (<0,2 мг/100 г)	33,33 (0,2-0,5 мг/100 г)	4,76 (>0,5 мг/100 г)
Утворення летких органічних кислот	57,14 (<100 мкгекв/100г)	23,81 (100-150 мкгекв/100г)	19,05 (>150 мкгекв/100 г)

Очевидно, вирішити проблему убезпечення в кінцевому продукті бажаного кисломолочного смаку і аромату можна шляхом поєднання у заквашувальному препараті штамів, перспективних за одним чи кількома показниками.

Таким чином, дослідження основних характеристик штамів молочно- та пропіоновокислих бактерій дозволило відібрати для подальшої роботи 22 перспективні культури з найбільш цінними біохімічними властивостями, обов'язковими для ферментування різних молочно-жирових основ. Основні технологічні та біохімічні властивості відібраних штамів представлено в Додатку 1.

Усі залучені до подальшої роботи штами молочнокислих бактерій не виявляють ліполітичної активності, що усуває можливість гідролітичного розщеплення молочного жиру та прогіркання продукту. Це підтверджено відсутністю зон лізису твіну 80 на сьому добу їх вирощування чашковим методом за температури 30 °С. Штами пропіоновокислих бактерій утворюють зони помутніння середовища навколо лунки з культурою діаметром до 3-4 мм,

що обумовлено утворенням кристалів нерозчинних солей жирних кислот, вивільнених при гідролізі твіну і вказують на їхню незначну здатність до гідролізу ліпідів. Разом з тим, всі культури характеризувалися стійкістю до дії бактеріофагів. Усі відібрані штами лактобактерій мають типові культурально-морфологічні властивості.

На наступному етапі роботи при створенні заквашувальних композицій для ферментованих продуктів маслоробства відбір мікрофлори здійснювали залежно від виду жирового продукту з врахуванням сумісності штамів і доповнення властивостей кожного із складників.

3.3. Створення заквашувальної композиції для біодозрівання вершків для виробництва кисловершкового масла за класичною технологією методом збивання. Як вже вказувалось, основними вимогами до усіх заквашувальних композицій є їх кислотоутворювальна активність та здатність до накопичення ароматичних сполук, але не менш важливими є їх психрофільні властивості та помірна в'язкість.

Шляхом довільного об'єднання відібраних перспективних штамів мезофільних лактококів було створено 9 трикомпонентних заквашувальних композицій із різним співвідношенням між кислото- та ароматоутворювачами в інокуляті. У всіх заквашувальних композиціях, крім №1 та №5а, завдяки однаковому співвідношенню між усіма складовими, перевагу мали кислотоутворювальні лактококи (66 %), здатні забезпечити сквашування вершків. Склад заквашувальних композицій представлено в табл. 3.5.

Для запобігання зниження ферментативної активності створених заквашувальних композицій і втрати ними специфічних властивостей під час ферментування вершків, передбачених класичною технологією методом збивання, враховували їх розвиток за диференційованих температурних режимів, що відповідають сезонній специфіці хімічного складу молочного жиру. Зокрема, так звана «літня» технологія передбачає для сировини весняно-літнього періоду року за значень йодних чисел 34,5-40,1 трьохступінчасте дозрівання вершків за режиму 21°C (6 год) – 13°C (4 год) – 8°C (8-14 год), а зимова – в

осінньо-зимовий період – за значень йодних чисел 29,1-34,5 – за 8°C (2 год) – 21°C (7 год) – 13°C (10-14 год).

Таблиця 3.5 – Видовий склад заквашувальних композицій

ЗК	Склад заквашувальних композицій	Співвідношення між штамами
№1	<i>L. lactis</i> 16 ₂ + <i>L. lactis</i> B-7327+ <i>L. diacetylactis</i> B-7329	0,5:0,5:2
№2	<i>L. lactis</i> 16 ₂ + <i>L. lactis</i> B-7327+ <i>L. diacetylactis</i> B-7329	1:1:1
№3	<i>L. lactis</i> 21 ₃ + <i>L. lactis</i> B-7325+ <i>L. diacetylactis</i> B-7329	1:1:1
№5	<i>L. lactis</i> B-7325+ <i>L. cremoris</i> B-7328+ <i>L. diacetylactis</i> B-7329	1:1:1
№5a	<i>L. lactis</i> B-7325+ <i>L. cremoris</i> B-7328+ <i>L. diacetylactis</i> B-7329	1,3:0,7:1
№7	<i>L. lactis</i> 21 ₃ + <i>L. lactis</i> 16 ₅ + <i>L. diacetylactis</i> B-7329	1:1:1
№8	<i>L. lactis</i> 21 ₃ + <i>L. lactis</i> B-7327+ <i>L. diacetylactis</i> B-7329	1:1:1
№8a	<i>L. lactis</i> 35 ₅ + <i>L. cremoris</i> B-7328+ <i>L. diacetylactis</i> B-7329	1:1:1
№10	<i>L. lactis</i> 16 ₂ + <i>L. lactis</i> 39+ <i>L. diacetylactis</i> 4	1:1:1

Для цього заквашувальні композиції у кількості 3 % вносили у вершки і досліджували активність їх розвитку та утворення смако-ароматичних речовин за схемою сквашування вершків, передбаченою літньою технологією (табл. 3.6). Контролем слугували вершки, піддані лише фізичному дозріванню.

Як свідчать дані, представлені у табл. 3.6, різниця у чисельності клітин *L. diacetylactis* у сквашених вершках, в залежності від складу заквасок коливалась у межах 13,6 %, а показників загальної чисельності – менше 6 %, що можна пояснити кращою пристосованістю використаних штамів кислотоутворювальних лактококів до розвитку у вершках за обраних температур, ніж *L. diacetylactis*.

Встановлено, що за активністю росту кращими виявились композиція №8, в якій загальна чисельність зросла у 42 рази, а кількість *L. diacetylactis* – у 31 рази, та композиція №5a, де ці показники зросли, відповідно, у 26 і 44 рази. Найбільшу кількість діацетилу (0,45-0,53 мг/100 г) продукують за обраних температурних умов заквашувальні композиції №№7, 8, 5a та 8a, хоча частка ароматоутворювальних лактококів при заквашуванні становила лише 33 %. Найактивнішою щодо утворення летких органічних кислот виявилася композиція №5a, яка продукувала їх близько 383,0 мкгекв/100 г. Проте остаточним критерієм придатності досліджуваних заквашувальних композицій для виготовлення КВМ слугували органолептичні якості сквашених ними

вершків. З усіх композицій характерний смак і аромат кисловершковому маслу мали варіанти №5, 5а, 8, 8а, 10 (274).

Таблиця 3.6 – Характеристика сквашених вершків заквашувальними композиціями за літньою технологією виготовлення кисловершкового масла

№ закваски	¹⁾ Початковий титр, lg КУО/см ³		²⁾ Кінцевий титр, lg КУО/см ³		³⁾ Приріст чисельності клітин у дозрілих вершках, разів		Вміст діацетилу, мг/100г	Вміст летких органічних кислот, мкгекв/100г
	заг. чисельн. МКБ	чисельн. <i>L. diac.</i>	заг. чисельн. МКБ	чисельн. <i>L. diac.</i>	заг. чисельн. МКБ	чисельн. <i>L. diac.</i>		
1	7,60	7,30	8,32	8,45	5,25	14,00	0,23±0,02	166,50±10,0
2	7,46	7,00	8,49	8,32	10,69	20,99	0,37±0,01	200,50±6,4
3	7,71	7,11	8,8	8,56	12,33	27,67	0,34±0,01	283,05±7,5
5	7,23	7,08	8,61	8,34	24,15	18,32	0,42±0,02	316,35±10,0
5а	7,32	7,00	8,74	8,65	25,76	44,44	0,52±0,02	383,03±10,0
7	7,42	6,81	8,59	8,45	15,00	43,05	0,45±0,02	283,05±5,6
8	7,2	6,79	8,83	8,28	42,46	30,69	0,47±0,02	333,21±8,7
8а	7,25	7,00	8,64	8,11	24,72	12,74	0,53±0,02	249,75±6,9
10	7,61	6,54	8,79	7,40	14,86	7,14	0,50±0,02	227,77±8,0
Конт-ль							0,09±0,01	73,26±4,9

^{1,2,3)} середньоарифметичні значення, n=3; довірчі інтервали: ±0,5; p≤0,5)

Динаміку розвитку цих композицій та темпи приросту чисельності клітин на кожному етапі літнього режиму дозрівання вершків представлено в табл. 3.7. Наведені дані свідчать, що і кислото-, і ароматоутворювальні штами лактококів, що входять до складу заквашувальної композиції №8 ліпше витримують різкі зміни температури культивування, оскільки навіть на кінець процесу сквашування вершків чисельність клітин, хоча і не дуже, але продовжувала зростати.

Заквашувальна композиція №5а, хоча і втрачала деяку кількість клітин на останній фазі визрівання вершків, проте її потенціал щодо синтезу діацетилу та летких органічних кислот був вищий, ніж у закваски №8. За температури 21 °С, наближеної до оптимальної, яку підтримували одразу після внесення інокуляту, найактивніше розмножувались культури, що складають композицію №5а. Загальна чисельність їх клітин зросла у 6,5 рази, тоді як у решти заквасок – лише у 2,1-4,3 рази. Проте, при наступному витримуванні впродовж 6 год за 13 °С краще розвивався *L. diacetilactis* у заквасках №5а та №8, про що свідчить збільшення клітин відповідно у 24,6 та 15,5 рази, тоді як темпи його приросту в

решти композиціях зафіксовано лише в 3,9-11,8 рази. Подальше зниження температури сквашування призвело до відмирання заквашувальних культур

Таблиця 3.7 – Розвиток заквашувальних композицій в процесі сквашування вершків за літньою технологією виготовлення масла

ЗК	Чисельність, $\lg \text{ КУО/см}^3$	Ріст чисельності клітин відносно початкового титру, разів			Зміни чисельності клітин при 8°C/13°C, разів
		21°C	13°C	8°C	
5	загальна	3,47	8,13	3,16	< 2,57
	<i>L. dl.</i>	6,46	8,32	4,57	< 2,00
5a	загальна	6,46	6,46	1,95	< 3,31
	<i>L. dl.</i>	4,68	24,55	8,32	< 2,95
8	загальна	2,09	14,79	37,15	> 2,51
	<i>L. dl.</i>	3,55	15,49	20,42	> 1,31
8a	загальна	3,31	5,89	13,18	> 2,24
	<i>L. dl.</i>	3,31	11,75	4,68	< 2,51
10	загальна	2,45	7,59	2,14	<3,55
	<i>L. dl.</i>	1,74	9,55	3,47	<2,75

Динаміку титрованої та активної кислотності ліпших за ростовою активністю заквашувальних композицій у вершках, заквашених 1 % інокуляту за літнього режиму дозрівання, проілюстровано на рис. 3.2 та 3.3. Останній температурний режим завершували після досягнення вершками кислотності до 32 °Т, що відповідає кислотності плазми 50 °Т.

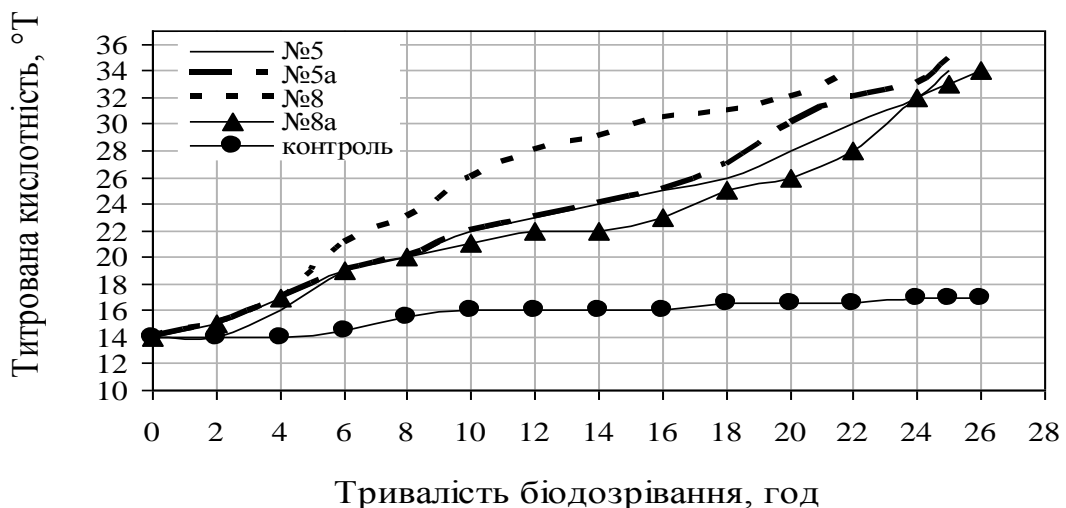


Рис. 3.2. Зміна титрованої кислотності упродовж визрівання вершків

Дані, представлені на рис. 3.2 показали, що вершки, сквашені закваскою №5 досягли кислотності 35 °Т на 25-ту год дозрівання, а ферментування вершків

закваскою №8а упродовж 26 годин так і не призвело до досягнення необхідної величини кислотності (лише до 34 °Т), що свідчить про різну активність цих композицій за обраних температурних режимів дозрівання вершків.

У вершках із ЗК №8 наростання кислотності відбувалось інтенсивніше, ніж у зразку №8а. Вершки, сквашені ЗК №5 та №5а майже не відрізнялися за цим параметром між собою. Найактивніше утворення молочної кислоти відбувалося у разі використання закваски №8, тому процес дозрівання вершків завершився на 22 год. Отримані результати свідчать про те, що активний перебіг процесу визрівання вершків та забезпечення належних технологічних характеристик КВМ залежить не тільки від видового складу заквасок, а й співвідношення між окремими їх компонентами.

Слід відзначити, що найактивніше зростання титрованої кислотності спостерігали за температури 21°C на проміжку часу 4-10 год. Що стосується динаміки активної кислотності (рис. 3.3), то її рівень збільшувався у процесі визрівання вершків майже лінійно, особливо із заквасками №5а, 8.

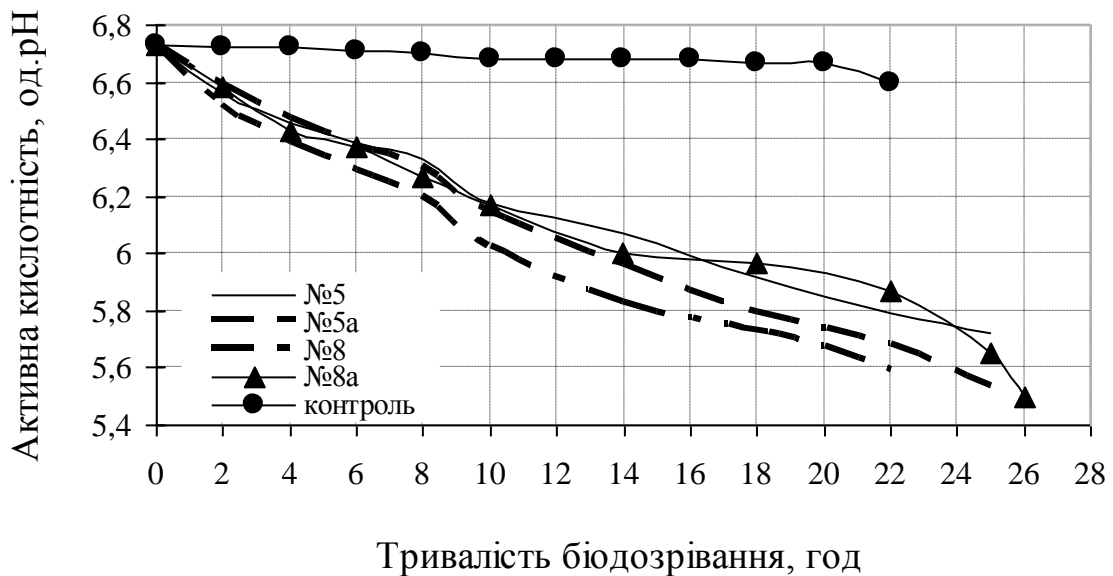


Рис. 3.3. Зміна активної кислотності упродовж визрівання вершків

Це свідчить про те, що ферментативна активність заквашувальної молочнокислої мікрофлори відбувається і за температурних умов, передбачених технологією КВМ.

Отже, за комплексом мікробіологічних, біохімічних і фізико-хімічних характеристик до подальших досліджень відібрано заквашувальні композиції

№5а та №8, до складу яких входять штами із різними функціями: *L. lactis* В-7325, В-7326, В-7327 як кислотоутворювачі, *L. diacetylactis* В-7329 як відповідальний за синтез ароматичних сполук та *L. cremoris* В-7328 для доповнення вершкового смакового букету. Придатність до використання обраних композицій підтверджено також дегустуванням зразків кисловершкового масла, вироблених методом збивання сквашених і дозілих вершків з їхнім використанням. Продукти характеризувалися приємним кисломолочним смаком та ароматом, притаманним кисловершковому маслу.

Для отримання якісного готового продукту необхідним також є не тільки забезпечення наявності у ньому усіх складових розробленої заквашувальної композиції, але й у винайденому співвідношенні між компонентами. У разі виробництва заквасок для КВМ здійснити цей контроль прямими методами проблематично, оскільки за морфологічними та культуральними властивостями усі культури, що входять заквасок №5а та №8, є дуже подібними за формою і розмірами клітин. Вони є диплококами з діаметром клітин від 3 до 6 unit (встановлено за збільшення у 1000 разів у світловому мікроскопі) і довжиною ланцюжків 17-32 unit, а у агарі із гідролізованим молоком утворюють однотипові, подібні до човників, колонії довжиною 1,5-2,5 мм. Контролювати наявність їх у виготовленому кисловершковому маслі або у сухих бактеріальних препаратах за морфологією або культуральними властивостями за винятком *L. diacetylactis*, який вирощують у селективному середовищі, неможливо.

Тому необхідним було проведення досліджень, які б довели сумісність штамів за спільного вирощування у різних поживних середовищах. Співіснування складових заквашувальних композицій №5а та №8 визначали за активністю продукування ними молочної кислоти у пастеризованому молоці та вершках як у монокультурі, так і бінарних сполученнях за рівного співвідношення між штамами, дотримуючи тривалість дозрівання і температурні умови, які передбачені літньою технологією виготовлення КВМ (табл. 3.8).

Як свідчать представлені у табл. 3.8 дані, як окремі компоненти досліджуваних заквасок, так і їх попарні сполучення у знежиреному

пастеризованому молоці нагромаджували у 1,1-1,4 разів більше молочної кислоти, ніж у вершках, виявляючи при цьому значну штамову специфічність.

Таблиця 3.8 – Кількість утвореної молочної кислоти складовими заквасок № 5а та №8 та їх сполучень за вирощування у різних молочних основах

Штами та їх сполучення	*Молочна кислота, %					
	у пастеризованому знежиреному молоці			у пастеризованих вершках		
	за 21°C	за 13°C	за 8°C	за 21°C	за 13°C	за 8°C
монокультури						
<i>L.lactis</i> B-7325	0,41	0,50	0,56	0,32	0,36	0,45
<i>L.lactis</i> 21 ₂	0,47	0,63	0,72	0,32	0,45	0,49
<i>L.lactis</i> B-7327	0,40	0,49	0,52	0,34	0,44	0,50
<i>L.cremoris</i> B-7328	0,38	0,60	0,63	0,32	0,36	0,52
<i>L. dl.</i> B-7329	0,45	0,59	0,63	0,27	0,45	0,50
сполучення						
B-7325+ B-7329	0,54	0,68	0,68	0,39	0,51	0,59
21 ₂ + B-7329	0,56	0,68	0,72	0,42	0,56	0,57
B-7327+ B-7329	0,46	0,59	0,64	0,41	0,52	0,56
B-7328 + B-7329	0,39	0,62	0,63	0,36	0,50	0,56
B-7328+ B-7325	0,39	0,63	0,65	0,40	0,45	0,52
21 ₂ + B-7327	0,48	0,62	0,72	0,36	0,46	0,52

*середньоарифметичні значення, n=3; похибка вимірювань не перевищує 3 %

Окрім того, активніше нагромадження молочної кислоти сполученнями штамів є свідченням їх вдалого поєднання, а, можливо, і взаємного стимулювання за спільного вирощування.

Можливість одночасного активного розвитку складових заквасок була підтверджена також методом "лунок", який виявив відсутність антагоністичної дії між усіма складовими заквашувальних культур за спільного вирощування їх на середовищі агару з гідролізованим молоком упродовж 48 год за температури 28 °С.

Отже, можна прогнозувати активний розвиток усіх складників створених заквашувальних композицій як під час вироблення бактеріального препарату, так і в процесі його застосування у виробництві КВМ.

Враховуючи результати описаних вище експериментів, які свідчать про істотний вплив температури культивування на швидкість росту та метаболічну активність досліджуваних штамів лактобактерій, важливий науковий і практичний інтерес становило дослідження динаміки розвитку бактеріальних заквасок №8 та №5а у вершках за ступінчастого режиму дозрівання вершків. Для

цього одну частину заквашених вершків термостатували за температури 30 °С, оптимальної для *L. cremoris* та *L. diacetilactis*; другу – за температури 25 °С, оптимальної для кислотоутворювальних штамів *L. lactis*, а третю – за зимовим режимом дозрівання вершків, а саме: 2 год витримки за 8 °С → 6 год за 21 °С → 7 год за 13 °С. Результати наведено на рис. 3.4 (а,б) та 3.5 (а,б).

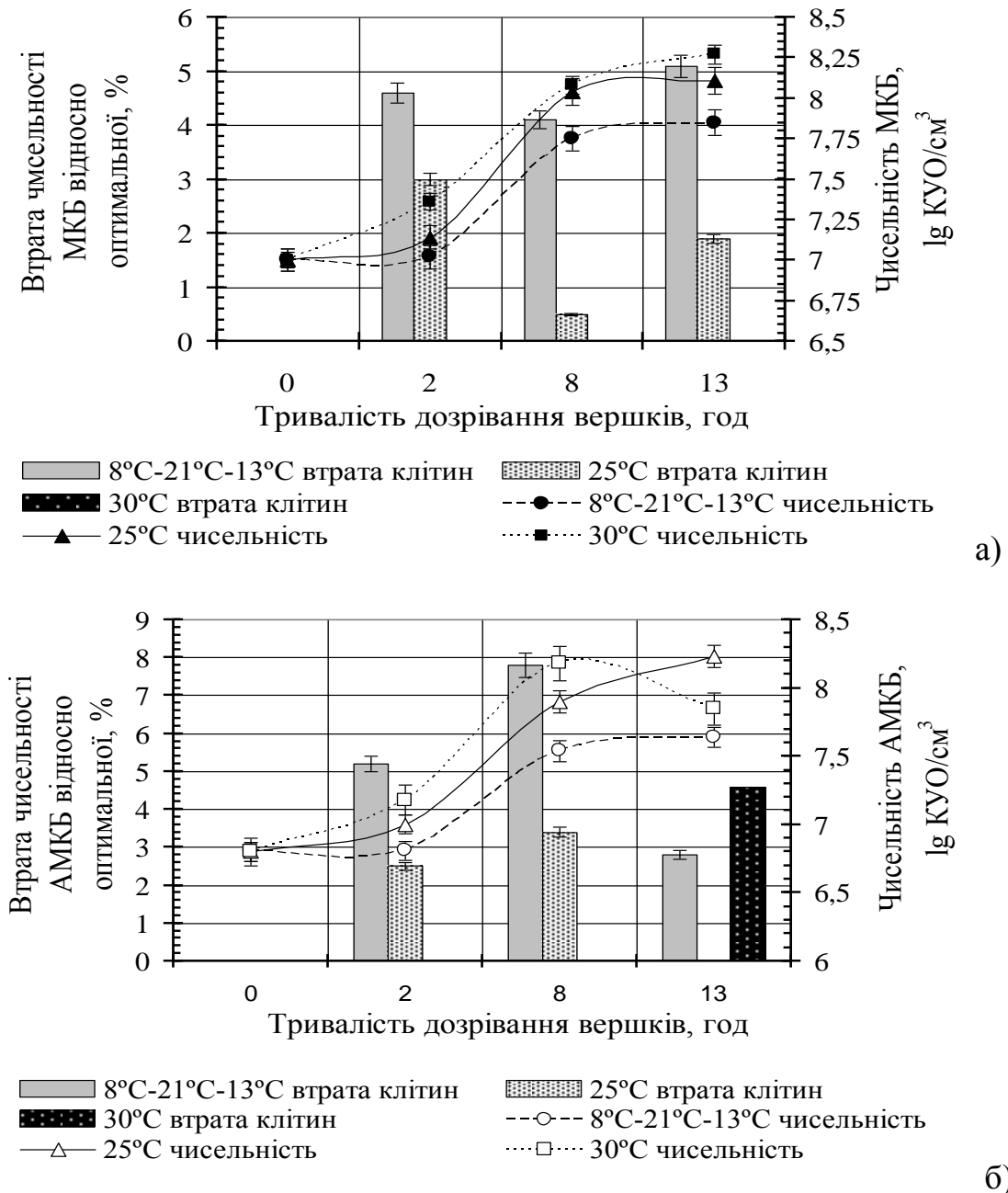


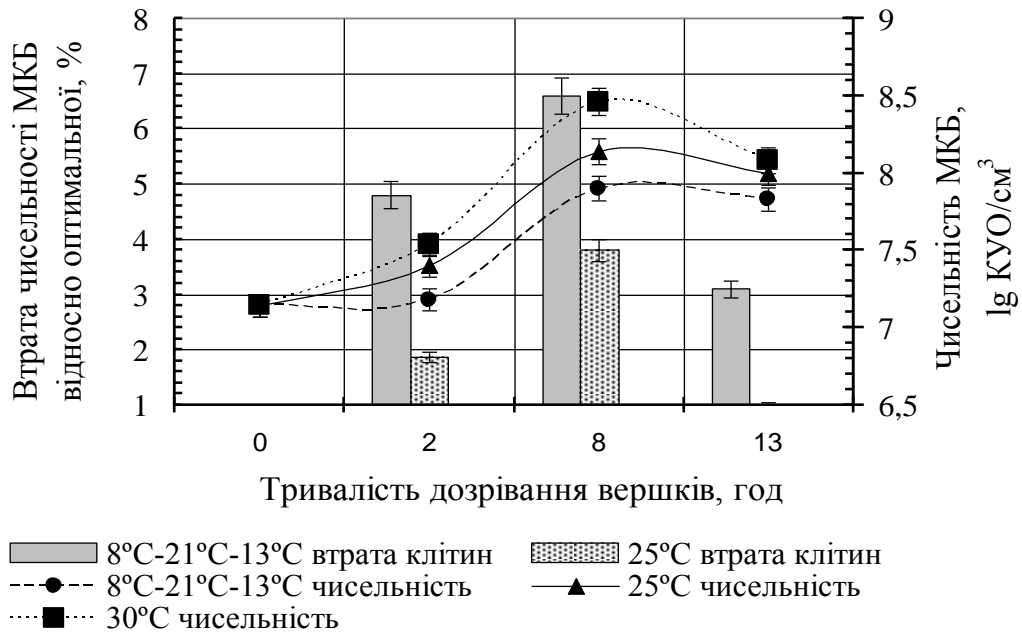
Рис. 3.4. Динаміка розвитку заквашувальної композиції №5а у вершках та втрати чисельності клітин за різних температур вирощування:

а) загальної чисельності МКБ; б) *L. diacetilactis*

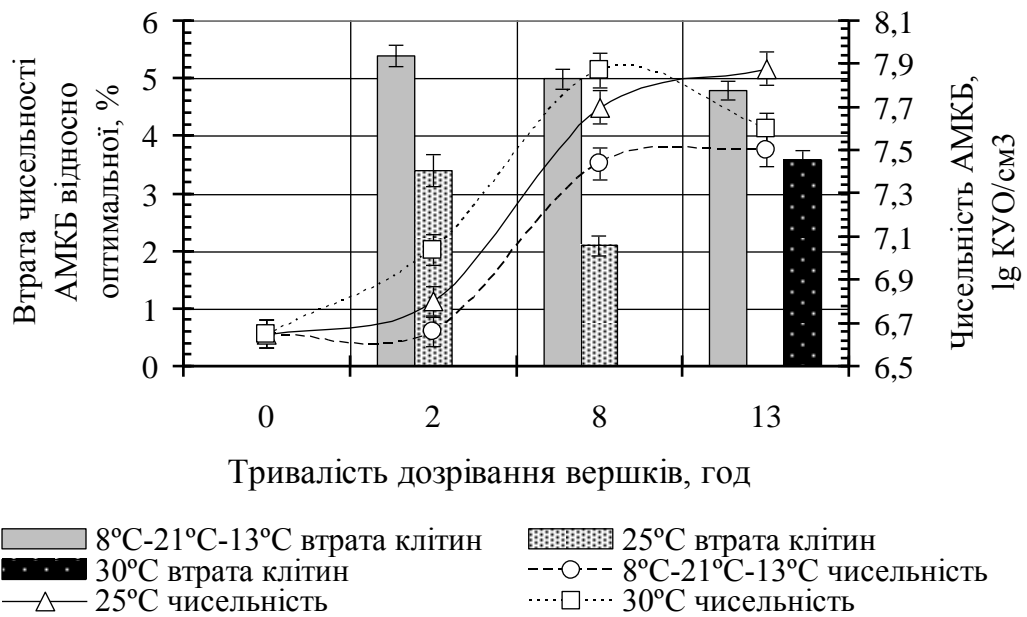
Як свідчать отримані дані, максимальне збільшення чисельності мікроорганізмів у заквашувальних композиціях №5а та №8 відбувається за

температури 30 °С, але вже після 8 год росту клітини *L. diacetilactis* починають відмирати і їхня чисельність у вершках знижується на 0,27-0,33 lg КУО/см³ (285).

Відбір зразків для визначення ростової активності заквашувальної мікрофлори у вершках проводили одночасно з кожної паралелі при кожній зміні температурних режимів, передбачених технологією виготовлення КВМ. При цьому обраховували втрати чисельності клітин за нарощування закашувальних композицій за температури, відмінної від оптимальної.



а)



б)

Рис. 3.5. Динаміка розвитку заквашувальної композиції №8 у вершках та втрати чисельності клітин за різних температур вирощування:
а) загальної чисельності МКБ; б) *L. diacetilactis*

Ріст ЗК дещо уповільнюється за температури 25 °С, хоча для окремих штамів вона є оптимальною. Втрата чисельності як гомо-, так і гетероферментативних мезофільних молочнокислих мікроорганізмів була незначною – у 1,1 рази. Найвразливішим для розвитку досліджуваних заквашувальних композицій був ступінчастий температурний режим дозрівання вершків. Так, у вершках, заквашених заквасками №5а і №8, загальна чисельність клітин лактобактерій після 8 год дозрівання вершків знижувалася у 2,14-3,63 рази порівняно з даними, отриманими для зразків, які весь час нарощували за температури 30 °С. У дозрілих вершках перед збиттям масла загальна чисельність МКБ сягала лише 7,83-7,85 lg КУО/см³, тоді як за оптимальної температури вже на 8-у год досліду цей показник був 8,08-8,4 lg КУО/см³.

Для обох заквасок помічено зниження ростової активності МКБ на 6,5-6,6 % за температури 25 °С та на 14,3-15,2 % за різких коливань багатоступінчастого температурного режиму дозрівання вершків. При цьому втрата клітин *L. diacetylactis* В-7329 відповідно складала 5,4-5,9 %. Гальмування росту ароматоутворювальних бактерій на ранніх етапах дозрівання можна пояснити інгібуванням ферментів, що забезпечують здійснення біохімічних процесів у бактеріальній клітині.

Отже, багатоступінчастий температурний режим дозрівання вершків, визначений для кисловершкового масла, хоча й обмежує розвиток лактофлори заквасок №5а та №8, проте забезпечує достатньо високу ростову активність. Це свідчить, що розроблені заквашувальні композиції №5а та №8 залишаються достатньо активними, щоб надати виготовленому за їх участі кисловершковому маслу характерного смаку та аромату (275).

Таким чином, за сукупністю мікробіологічних та біохімічних показників найліпшими варіантами визнано заквашувальні композиції №5а та №8, які можна розглядати як ротаційні варіанти і на їх основі опрацьовувати технології бактеріальних препаратів прямого внесення для виробництва кисловершкового масла.

3.4. Особливості конструювання заквашувальної композиції для виробництва кисловершкового масла методом перетворення високожирних

вершків (ПВЖВ). Принципово інша технологія виробництва кисловершкового масла – методом перетворення високожирних вершків виключає довготривалий процес дозрівання вершків за участі закваски. Для виробництва даного виду продукту є поєднання у заквашувальній композиції штамів з високою здатністю до аромато- та кислотоутворення, які б при внесенні на стадії формування структури забезпечували необхідну кислотність плазми масла, збагачували його смако-ароматичними компонентами та надавали вираженого кисломолочного смаку та аромату. При цьому вкрай цінним є відсутність будь-яких конкурентних відносин між даними групами мікроорганізмів.

Для цього складу заквасок крім основних продуцентів ароматичних *L. diacetylactis* (штами 1353, В-7451, В-7452), ввели енергійні кислотоутворювачі: *S. thermophilus* (штами В-7450, 21135), *Lb. bulgaricus* (штами В-7453, 3503₁), *Lb. acidophilus* (штам 3106₂). Композиційний склад ЗК наведено у табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Склад заквашувальних композицій для виробництва КВМ методом перетворення високожирних вершків

№ варіанту	Склад посівного матеріалу	Співвідношення між штамми в інокуляті
1	1353 + В-7451 + В-7450	2 + 2 + 1
1a	(В-7451 + В-7452) + В-7450	4 (1 : 2) + 1
2	1353 + В-7451 + В-7450 + 3503 ₁	2 + 2 + 0,5 + 0,5
2a	(В-7451 + В-7452) + В-7450 + 3503 ₁	4 (1 : 2) + 0,5 + 0,5
3	В-7451 + В-7452 + В-7450 + В-7453	1,5 + 1,5 + 0,5 + 1,5
3a	(В-7451 + В-7452) + В-7450 + В-7453	4 (1 : 2) + 0,5 + 0,5
4	1353 + В-7451 + В-7450 + 3503 ₁ + 3106 ₂	2 + 2 + 0,35 + 0,35 + 0,35
4a	(В-7451 + В-7452) + В-7450 + 3503 ₁ + 3106 ₂	4 (1 : 2) + 0,35 + 0,35 + 0,35
5	1353 + В-7451 + В-7450 + В-7453 + 3106 ₂	2 + 2 + 0,35 + 0,35 + 0,35
5a	(В-7451 + В-7452) + В-7450 + В-7453 + 3106 ₂	4 (1 : 2) + 0,35 + 0,35 + 0,35
6	1353 + В-7451 + 21135 + 3503 ₁	2 + 2 + 0,5 + 0,5
6a	(В-7451 + В-7452) + 21135 + 3503 ₁	4 (1 : 2) + 0,5 + 0,5
7	1353 + В-7451 + 21135 + В-7453	1,5 + 1,5 + 0,5 + 1,5
7a	(В-7451 + В-7452) + 21135 + 3509 ₄	4 (1 : 2) + 0,5 + 0,5
8	1353 + В-7451 + 21135 + 3503 ₁ + 3106 ₂	1,5 + 1,5 + 0,35 + 0,35 + 0,35
8a	(В-7451 + В-7452) + 21135 + 3503 ₁ + 3106 ₂	1,5 + 1,5 + 0,35 + 0,35 + 1,35
9	1353 + В-7451 + 21135 + В-7453 + 3106 ₂	1 + 2 + 0,35 + 0,35 + 1,35
9a	(В-7451 + В-7452) + 21135 + В-7453 + 3106 ₂	4 (1 : 2) + 0,35 + 0,35 + 1,35

Молокозсідална активність (МЗА) композицій у більшій мірі була обумовлена штамовими особливостями і часткою ароматоутворювальних культур в заквашувальній композиції, оскільки в усіх варіантах з індексом "а" цей показник був на 1-1,5 год довшим. Нагромадження клітин бактеріальними композиціями відбувалося з різною інтенсивністю і за зменшенням приросту кількості клітин відносно внесеної з посівним матеріалом, їх можна розташувати у такій послідовності: №9, №3, №4, №1, №3а, №4а – загальна чисельність клітин зростала у 40-30 разів; №5а, №6, №8, №2, №2а, №5 – загальна чисельність клітин зростала у 27-20 разів; №6а, №7а, 8а, 9а, №1а – загальна чисельність клітин зростала у 18-10 разів (270).

Таблиця 3.10 – Вплив складу заквасок на якість кисломолочних згустків
($n=3$, $p \leq 0,4$)

Варіант	МЗА, год,хв.	Ріст заг. чисель- ності клітин МКБ, разів	Ріст чисель- ності клітин АМКБ, разів	Титрована кислот- ність, °Т	Вміст діацетилу, мг/100 г	Вміст ЛОК, мкгекв/100г
1	6,15	33,6	51,2	80±1	0,37±0,02	200±4
1а	7,45	9,6	18,8	81±1	0,25±0,01	317±5
2	6,35	20,8	28,7	85±1	0,74±0,02	233±4
2а	7,45	20,0	10,0	86±1	0,31±0,02	297±6
3	7,30	40,0	54,6	100±1	0,32±0,02	270±10
3а	7,45	30,0	23,0	88±1	0,31±0,01	350±7
4	6,15	37,5	48,1	87±1	0,31±0,02	276±5
4а	7,45	30,0	11,0	80±1	0,31±0,02	240±4
5	6,15	21,0	21,1	95±1	0,30±0,02	240±4
5а	7,45	26,9	12,3	90±1	0,31±0,02	350±6
6	6,35	25,0	22,5	93±1	0,28±0,01	289±7
6а	7,45	17,9	12,2	90±1	0,26±0,01	323±8
7	7,30	16,4	29,4	97±1	0,32±0,02	253±8
7а	7,45	12,4	10,0	90±1	0,21±0,02	333±8
8	6,15	22,9	28,0	99±1	0,33±0,02	285±6
8а	7,45	12,1	9,2	102±1	0,28±0,01	373±6
9	6,15	42,4	31,0	107±1	0,29±0,02	300±7
9а	7,45	12,7	8,7	102±1	0,30±0,02	338±6

Урожайність найкращих заквашувальних композицій №3 і №9 була практично однаковою, незважаючи на значні відмінності у штамовому складі і присутність у ЗК №9 *Lb. acidophilus*. У варіантів із заміною штаму *L. diacetylactis* 1353 на *L. diacetylactis* В-7452 цей показник найнижчий. Чисельність ароматоутворювальних лактококів у кисломолочних згустках зменшується від 2 разів (композиція №5а, 6а) до 5 разів (композиція №4) також у разі зменшення вмісту в інокуляті *L. diacetylactis* В-7451 з 40 до 26 % або заміни штаму *L. diacetylactis* 1353 на В-7452.

За усіма обрахованими параметрами до високопродуктивних заквашувальних композицій належать №3, 7, 9, а до середньопродуктивних лише ЗК №6. Варіант №7 за нагромадженням ароматичних сполук переважає більшість інших заквасок.

Таким чином, на підставі отриманих експериментальних даних ЗК №3 та №9 можна використовувати або як основні, або як ротаційні. Для подальших досліджень за комплексом характеристик обрано закваску №3 зі співвідношенням між мезо- і термофільними штамами як 3 до 2 (270).

Дослідження β -галактозидазної активності заквашувальних культур для кисловершкового масла. Лактобактерії, володіючи достатньо високою β -галактозидазною активністю, розпочинають утилізацію вуглеводів з моменту внесення закваски в пласт масла та на початку його визрівання. Саме від активності β -галактозидази залежить інтенсивність засвоєння лактози бактеріями, та, відповідно, перебіг біохімічних процесів, які впливають на формування якісних властивостей продукту (276).

Однак матеріали наукових досліджень В.В. Малової вказують на значні розбіжності цього показника у межах одного виду мікроорганізмів (268).

Виходячи з цього спостереження, було проведено аналіз рівня споживання лактози штамами мезофільних та термофільних молочнокислих бактерій ЗК №3 за їхнього культивування у знежиреному молоці та дозрівання згустків впродовж 7 діб. Отримані дані, представлені на рис. 3.6, свідчать, що процес молочнокислого бродіння найінтенсивніше здійснює *L. bulgaricus* В-7453. Рівень утилізації лактози цим штамом за 7 діб зберігання за температури 10 °С складав

до 41,5 %. Штам термофільного стрептококу *S. thermophilus* В-7450 дещо поступався за здатністю до розщеплення молочного цукру і спроможний утилізувати у молоці до 35 % лактози. Показники рівня утилізації лактози лактобактеріями узгоджувалися з опублікованими даними (276, 268).

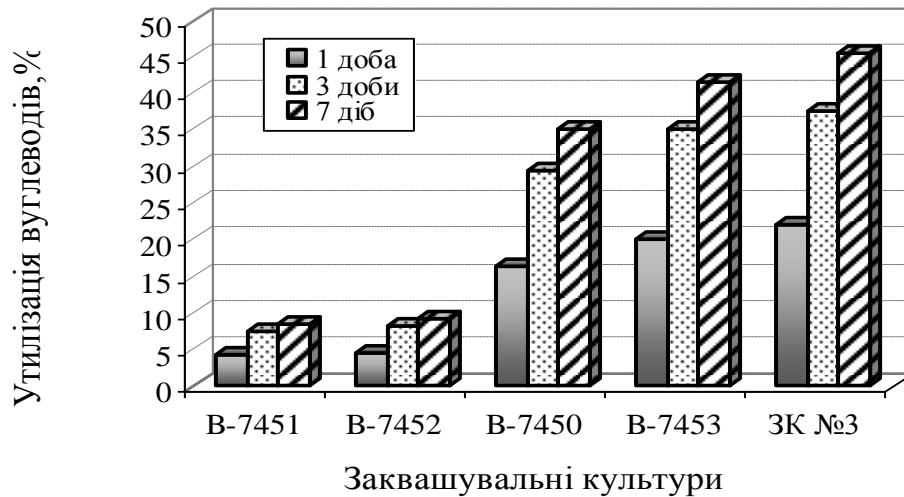


Рис. 3.6. Утилізація вуглеводів заквашувальними культурами у молоці

Відомо, що мезофільні ароматоутворювальні лактококи володіють низькою β -галактозидазною активністю та повільніше розщеплюють молочний цукор (310). Обидва штами *L. diacetylactis* В-7451 та В-7452, які залучені до складу заквашувальних композицій, за 7 діб гідролізували лише 8,6-9,2 % молочного цукру. Водночас, спостерігаючи за динамікою зброджування молочнокислими бактеріями лактози молока, помічено поступове її споживання. У більшості з проаналізованих культур зафіксовано найінтенсивніше розщеплення лактози впродовж перших 5 діб.

Аналіз зміни вмісту галактози показав (рис. 3.7), що ароматоутворювальні мікроорганізми *L. diacetylactis* здатні засвоювати цей вуглевод на 25 % від початку сквашування ними молока і до зберігання кисломолочних згустків за низької температури. Так, у кисломолочних згустках з моменту сквашування до 7 діб зберігання вміст галактози знижувався у відповідно від 0,75 до 0,56 мг/см³ та від 0,69 до 0,44 мг/см³. Для ферментативної активності термофільної лактофлори характерним є поступове нагромадження галактози з 5,1 мг/г до 6,3 мг/см³.

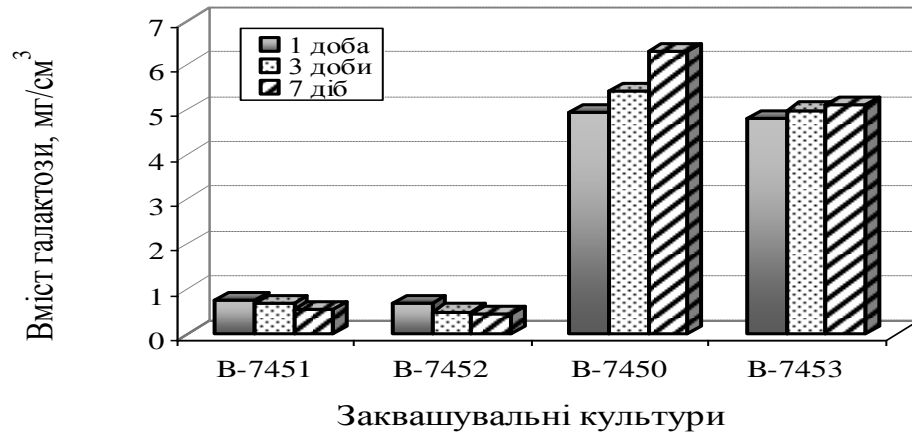
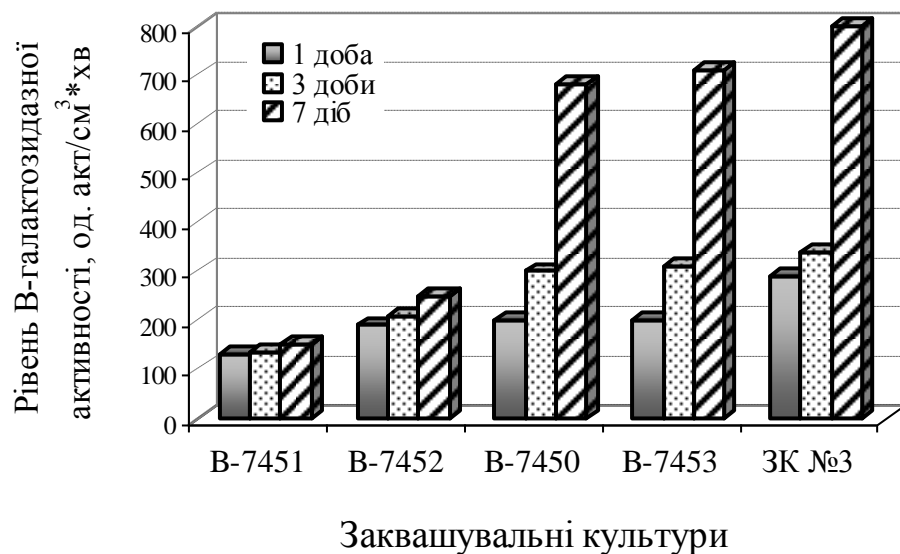


Рис. 3.7. Зміна вмісту галактози у молоці

Активність β -галактозидази може слугувати додатковим критерієм оцінки поведінки заквашувальної мікрофлори під час дозрівання масла і, зрештою, прогнозувати в майбутньому інтенсивність перебігу біохімічних процесів та якість виробленого масла (268).

Результати досліджень β -галактозидазної активності ЗК №3 та її окремих складових, проілюстровані на рис. 3.8, вказують, що вона поступово зростає та істотно різниться у різних видів. Так, мезофільні лактококи виду *L. diacetylactis* демонстрували невисоку активність (від 110 до 180 о.а./см³·хв) порівняно з термофільними молочнокислими мікроорганізмами.

Лактобацилам виду *L. bulgaricus* B-7453 притаманна висока активність β -галактозидази, тоді як у *S. thermophilus* B-7450 вона була стриманішою.

Рис. 3.8. Зміна β -галактозидазної активності заквашувальної композиції та її складових у молоці

Разом з тим, стрімке зростання β -галактозидазної активності до 800 о.а./см³·хв було відмічено у заквашувальній композиції наприкінці терміну зберігання. Ці результати співпадають з літературними даними про те, що за низьких температур лактазна активність лактобактерій не втрачається (310).

Отже, термофільним мікроорганізмам та ЗК №3 з їх залученням притаманні висока β -галактозидазна активність, яка призводила до інтенсивного розщеплення молочного цукру та збільшення значної кількості галактози, що можна пояснити вивільненням ферменту після автолізу клітин лактобактерій (276, 268).

Таким чином, найперспективнішу ЗК №3, в якій усі досліджувані характеристики проявляються на найвищому рівні, відібрано для розробки на її основі бакпрепарату для подальшого промислового використання.

3.5. *Особливості конструювання заквашувальної композиції для виробництва кисловершкових спрейдів методом перетворення жирової суміші.* Для імітації характеристик натурального масла у кисловершкових спредах із використанням немолочних жирів з невираженим пустим смаком для характеристик натурального масла у готовому продукті доцільним є використання заквашувальних культур, що містять поряд з різними видами молочнокислих бактерій і представників інших таксономічних груп. Їхня метаболітична активність має надати продуктам специфічних органолептичних характеристик завдяки залученню високопродуктивних штамів з певним функціональним навантаженням та їх вдалому комбінуванню у багатовидовій композиції.

Було створено 56 багатокомпонентних заквашувальних композицій у рівному співвідношенні складників. Основу складали ароматоутворювальні лакококи *L. diacetilactis*, доповнені штамми мезофільних кислотоутворювальних лактококів видів *L. lactis*, *L. cremoris* та лактобацилами видів *Lb. casei*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. bulgaricus*, а також пропіоновокислими бактеріями *P. freudenreichii*. Композиції аналізували за тривалістю утворення молочного згустку та енергією кислотоутворення, вмістом ароматичних речовин і органолептичними показниками за внесення 5 % інокуляту у пастеризоване

знежирене молоко за температури сквашування (33 ± 1) °C після 12 год дозрівання ферментованого молока (табл. 3.11).

Як свідчать представлені в табл. 3.11 дані, у разі залучення до ароматоутворювальної основи *L. casei* енергія кислотоутворення була на 3-10 °T вищою порівняно із варіантом *L. rhamnosus*, де вона становила 88-96 °T. Крім того, заквашувальні композиції з використанням штамів *L. rhamnosus* містили меншу кількість ароматичних сполук. Подібну закономірність було помічено, при співставленні основних показників заквасок групи №6 та №8, до яких додатково залучали пропіоновокислі бактерії. Очевидно, що штамам *L. rhamnosus* притаманні нижча здатність до кислото- та ароматоутворення. Причиною цьому також може бути несумісність штамів (294).

Відомо, що особливістю пропіоновокислих бактерій є продукування у доволі високих кількостях смако-ароматичних та біологічно-активних речовин (вітамін B₁₂, фолієвої кислоти, низькомолекулярного цукру трегалози), а також бактеріоцинів, що обумовлюють антагоністичну дію пропіоновокислих бактерій щодо багатьох грампозитивних бактерій. Кінцевим продуктом є пропіонова кислота (284,313).

Щоб посилити функціональну дію закваски, композиції групи №3 було доповнено штамми пропіоновокислих бактерій та болгарською паличкою *L. bulgaricus* (група №8). Завдяки цим змінам синтез діацетилу та летких органічних кислот зростав відповідно в 1,2-2,0 та 1,4-1,7 разів порівняно з вихідним варіантом. Дані варіанти заквасок характеризувалися м'яким смаком та в міру в'язкою консистенцією.

Застосування одночасно культур видів *L. diacetylactis*, *L. lactis*, *L. cremoris* та *L. casei* давало змогу одержати ароматний згусток з показниками титровної кислотності від 85 °T до 98 °T, широким діапазоном нагромадження діацетилу від 0,231 мг/100 г до 0,483 мг/100 г та летких органічних кислот від 120 мекв/100 г та 350 мекв/100 г.

Всі ЗК з заміною *L. lactis* на штами термофільних стрептококів (група №9) за органолептичними показниками були найгіршими та відбраковані. Введення до складу заквашувальних композицій молочнокислих паличок *L. casei*, *L. bulgaricus* давало змогу одержати закваски з гострішим смаком, а доповнення

лактофлори пропіоновокислими бактеріями збагачувало її смако-ароматичний «букет».

Таблиця 3.11 – Властивості заквашувальних композицій

№ п/п	Склад заквашувальних композицій (ЗК)	Кількість проаналі- зованих ЗК	Титрована кислотність, °Т	Вміст діацетилу, мг/100 г	Вміст летких органічних кислот, мекв/100 г
1	<i>L.diacetilactis</i> <i>L.diacetilactis</i> <i>L. casei</i>	15	91-106	0,205-0,465	260-350
2	<i>L.diacetilactis</i> <i>L.diacetilactis</i> <i>L. rhamnosus</i>	4	88-96	0,200-0,293	243-333
3	<i>L.diacetilactis</i> <i>L.diacetilactis</i> <i>L. lactis</i> <i>L. casei</i>	6	84-91	0,205-0,410	186-300
4	<i>L.diacetilactis</i> <i>L.diacetilactis</i> <i>L. lactis</i> <i>L. cremoris</i> <i>L. casei</i>	10	85-98	0,231-0,483	120-350
5	<i>L.diacetilactis</i> <i>L.diacetilactis</i> <i>L. lactis</i> <i>L. casei</i> <i>L. rhamnosus</i>	2	90-97	0,296-0,429	175-200
6	<i>L.diacetilactis</i> <i>L.diacetilactis</i> <i>L. lactis</i> <i>L. rhamnosus</i> <i>L. bulgaricus</i>	3	87-91	0,429-0,450	180-200
7	<i>L.diacetilactis</i> <i>L.diacetilactis</i> <i>L. lactis</i> <i>L. cremoris</i>	3	90-92	0,247-0,256	233-255
8	<i>L. diacetilactis</i> <i>L. diacetilactis</i> <i>L. lactis</i> <i>L. casei</i> <i>L. bulgaricus</i> <i>P. freudenreichii</i>	6	98-115	0,420-0,520	310-420
9	<i>L. diacetilactis</i> <i>L. diacetilactis</i> <i>S. thermophilus</i> <i>L. casei</i> <i>P. freudenreichii</i>	7	97-100	0,380-0,415	280-320

Однак не всі варіанти заквасок були вдалим за органолептичними якостями: через невиражений кисломолочний смак і запах або сторонній присмак, занадто в'язку консистенцією.

За комплексом отриманих даних, вибір було зупинено на заквашувальних композиціях з рівним співвідношенням між штамами.

№1. *L. diacetylactis* B-7821+*L. diacetylactis* B-7822+*L. lactis* B-7326+*L. casei* B-7825+*L. bulgaricus* B-7453+*P. freudenreichii* B-7826;

№2. *L. diacetylactis* B-7821+*L. diacetylactis* B-7822+ *L. lactis* B-7326+ *L. casei* B-7825;

№3. *L. diacetylactis* B-7821+*L. diacetylactis* B-7822+*L. cremoris* 2,4+*L. casei* B-7825+ *L. bulgaricus* B-7453+*P. freudenreichii* 1,1.

Але в подальшому ці базові варіанти композицій з позитивною сенсорною оцінкою було модифіковано за рахунок зміни співвідношення між штамами молочнокислих бактерій за присутності пропіоновокислих бактерій або без них.

Придатність того чи іншого варіанту композиції до подальшого використання оцінювали за основними критеріями – молокозсідальною активністю та титрованою кислотністю, рівнем продукування діацетилу та летких органічних кислот, органолептичними характеристиками, а також за врожайністю всіх її складових. Заквашування проводили 5 % посівного матеріалу (табл. 3.12). Результати аналізу створених композицій показали, що додавання та збільшення частки пропіоновокислих бактерій сприяло підвищенню вмісту летких органічних кислот та збагачувало смаковий «букет». Водночас, у композиціях зі збільшенням кількості лактококів *L. diacetylactis* спостерігали зростання вмісту діацетилу. Очевидно, що відмінність у інтенсивності аромату та смакових відтінків тісно пов'язана не тільки з видовим складом мікрофлори заквасок, але й співвідношенням між штамами. Також спостерігали, що залучення пропіоновокислих бактерій до складу баккомпозицій (№1-№3) прискорювало сквашування молока на 1 год порівняно з рештою заквасок №4-№7.

Як свідчать результати досліджень, майже всі варіанти композицій, до яких залучено лише штами молочнокислих мікроорганізмів, характеризувалися високим рівнем продукування діацетилу (0,386-0,420 мг/100 г).

Таблиця 3.12 – Вплив співвідношення між складовими на ферментативну та ростову активність заквашувальних композицій

№ п/п	Склад заквашувальних композицій та співвідношення між штамми	Титрова кислотність, °Т	Вміст діацетилу мг/100г	Вміст летких органічних кислот, мекв/100 г	*Чисельність, КУО/см ³		
					МКБ	АМКБ	ПКБ
1	<i>L.dl.</i> B-7821+ <i>L.dl</i> B-7822+ <i>L.lactis</i> B-7326+ <i>Lb.casei</i> B-7825+ <i>Lb. bulg.</i> B-7453+ <i>P.fr</i> B-7826 (1:1:1:1:1)	113±2	0,420 ±0,02	375±7	1,0·10 ⁹	4,0·10 ⁸	4,0·10 ⁸
2	<i>L.dl.</i> B-7821+ <i>L.dl</i> B-7822+ <i>L.lactis</i> B-7326+ <i>Lb.casei</i> B-7825+ <i>Lb. bulg.</i> B-7453+ <i>P.fr</i> B-7826 (0,75:0,75:0,75:0,75:2)	97±2	0,404 ±0,02	418±6	4,3·10 ⁸	2,3·10 ⁸	1,7·10 ⁸
3	<i>L.dl.</i> B-7821+ <i>L.dl</i> B-7822+ <i>L.lactis</i> B-7326+ <i>Lb.casei</i> B-7825+ <i>Lb. bulg.</i> B-7453+ <i>P.fr</i> B-7826 (1,5:1,5:0,5:1:1,5:1)	112±2	0,450 ±0,02	400±7	5,5·10 ⁸	2,6·10 ⁸	2,5·10 ⁸
4	<i>L.dl.</i> B-7821+ <i>L.dl</i> B-7822+ <i>L.lactis</i> B-7326+ <i>Lb.casei</i> B-7825 (1:1:1:1)	92±1	0,400 ±0,03	225±5	1,0·10 ⁹	3,9·10 ⁸	-
5	<i>L L.dl.</i> B-7821+ <i>L.dl</i> B-7822+ <i>L.lactis</i> B-7326+ <i>Lb.casei</i> B-7825 (1,5:1,5:1:1)	95±1	0,404 ±0,03	250±6	7,0·10 ⁸	4,1·10 ⁸	-
6	<i>L.dl.</i> B-7821+ <i>L.dl</i> B-7822+ <i>L.lactis</i> B-7326+ <i>Lb.casei</i> B-7825 (1:1:1,5:1,5)	92±1	0,386 ±0,02	320±6	7·10 ⁸	7,0·10 ⁷	-
7	<i>L.dl.</i> B-7821+ <i>L.dl</i> B-7822+ <i>L.lactis</i> B-7326+ <i>Lb.casei</i> B-7825 (1,5:1,5:0,5:1)	94±1	0,420 ±0,03	365±8	6,4·10 ⁸	3,2·10 ⁸	-
8	<i>L.dl.</i> B-7821+ <i>L.dl</i> B-7822+ <i>L.cremoris</i> 3,2+ <i>Lb.casei</i> B-7825++ <i>P.fr</i> B-7826 (1:1:1:1:1)	92±1	0,420 ±0,02	375±9	4,0·10 ⁸	2,0·10 ⁸	2,0·10 ⁸

*середньоарифметичні значення, n=3; похибка вимірювань не перевищує 5 %

Водночас було з'ясовано, що активний синтез летких органічних кислот не співпадав з максимальним нагромадженням діацетилу. Зокрема, у заквасці №4 при значному нагромадженні діацетилу (до 0,400 мг/100 г) спостерігали мінімальне утворення летких органічних кислот – до 225 мекв/100 г. Підвищений рівень

утворення летких органічних кислот помічено у варіантах №1-3, до яких було залучено *P. freudenreichii*. Завдяки цим мікроорганізмам рівень летких органічних кислот у заквашувальних композиціях зростав у 1,1-1,8 рази, а діацетилу – на 13-30 %.

Оскільки виробництво кисловершкового спреду передбачає внесення закваски на стадії формування структури для забезпечення бажаного рівня титрованої кислотності плазми, не менш важливим показником придатності запропонованих комбінацій є кислотність кисломолочного згустку. Як видно з табл. 3.12, титрована кислотність дозрілих кисломолочних згустків у варіантах композицій з пропіоновокислими бактеріями була дещо вищою – 97-113 °Т, тоді як створені комбінації зі залученням лише лактобактерій – в межах 92-95 °Т.

Дослідження мікробіологічних показників показало, що чисельність молочнокислих та пропіоновокислих бактерій у всіх варіантах заквасок була достатньо високою. Найвищу врожайність лактофлори $(1,0-2,0) \cdot 10^9$ КУО/см³ було зафіксовано у композиціях №1 та №4 за рівного співвідношення між штамми, завдяки якого вдається досягти узгодженого росту та збалансованості між складовими. У всіх заквашувальних композиціях вміст ароматоутворювальних лактококів знаходився на рівні $(2,0-4,1) \cdot 10^8$ КУО/см³, за винятком ЗК №6, в якій їх чисельність знижувалася до $7,0 \cdot 10^7$ КУО/см³. Щодо вмісту пропіоновокислих бактерій, то їх кількість коливалася в межах $(1,7-4,0) \cdot 10^8$ КУО/см³.

Отже, співвідношення між штамми в ЗК впливає на їхню ростову та метаболічну активність, а залучення до її складу пропіоновокислих бактерій дає змогу інтенсифікувати нагромадження діацетилу та летких органічних кислот.

Всі варіанти заквасок характеризувалися в міру щільною консистенцією, приємним кисломолочним смаком та ароматом та в тій чи іншій мірі задовольняли вимоги, що висуваються до таких культур у виробництві кисловершкового спреду.

Однак, за сукупністю мікробіологічних та біохімічних показників, а також органолептикою і консистенцією найліпшими визнано заквашувальні композиції №1,3,8, які можуть бути ротаційними варіантами. До наступних досліджень взято ЗК №1 для опрацювання технології бактеріального препарату на її основі.

Визначення характеру взаємовідносин культур під час сумісного розвитку. Для встановлення сумісності відібраних штамів у композиції вивчали розвиток у молоці як окремих штамів, так і їх попарних сполучень у рівному співвідношенні (табл. 3.13). Дані дослідження є необхідними для контролювання

функціонування всіх складників закваски при нарощуванні бактеріальної маси під час виробництва бактеріального препарату.

Таблиця 3.13 – Сумісність молочно- та пропіоновокислих бактерій у молоці

Штами та комбінації штамів	*Титровна кислотність, °Т			Мікропрепарат
	через 4 год	через 8 год	через 24 год	
<i>L. diacetilactis</i> B-7821	40	72	82	крупні диплококи, ланцюги коків
<i>L. diacetilactis</i> B-7822	32	40	67	
<i>L. lactis</i> B-7326	45	73	97	
<i>L. casei</i> B-7825	43	76	97	короткі палички
<i>P. freudenreichii</i> B-7826	24	30	38	короткі дрібні палички
<i>L. diacetilactis</i> B-7821+ <i>L. diacetilactis</i> B-7822	44	76	87	крупні диплококи, ланцюги коків
<i>L. diacetilactis</i> B-7821+ <i>L. lactis</i> B-7326	50	76	99	
<i>L. diacetilactis</i> B-7822+ <i>L. lactis</i> B-7326	46	88	98	
<i>L. diacetilactis</i> B-7821+ <i>L. bulgaricus</i> B-7453	49	78	100	диплококи, великі палички
<i>L. diacetilactis</i> B-7822+ <i>L. bulgaricus</i> B-7453	44	75	98	
<i>L. lactis</i> B-7326+ <i>L. bulgaricus</i> B-7453	46	80	101	ланцюги коків, великі палички
<i>L. casei</i> B-7825+ <i>L. bulgaricus</i> B-7453	48	76	101	короткі та довгі палички
<i>L. bulgaricus</i> B-7453+ <i>P. freudenreichii</i> B-7826	45	77	102	довгі палички, короткі дрібні палички
<i>L. diacetilactis</i> B-7822+ <i>L. casei</i> B-7825	45	80	99	крупні диплококи, ланцюги коків, короткі палички
<i>L. diacetilactis</i> B-7821+ <i>L. casei</i> B-7825	46	80	100	
<i>L. diacetilactis</i> B-7822+ <i>P. freudenreichii</i> B-7826	36	70	80	крупні диплококи, ланцюги коків, короткі дрібні палички
<i>L. lactis</i> B-7326+ <i>P. freudenreichii</i> B-7826	45	80	96	
<i>L. diacetilactis</i> B-7821+ <i>P. freudenreichii</i> B-7826	42	75	86	
<i>L. lactis</i> B-7326+ <i>L. casei</i> B-7825	47	80	97	ланцюги коків, короткі палички
<i>L. casei</i> B-7825+ <i>P. freudenreichii</i> B-7826	47	82	100	короткі дрібні палички,

*середньоарифметичні значення, n=3; довірчі інтервали: ± 1 ; $p \leq 0,5$)

Перегляд мікропрепарату кожного з варіантів підтвердив відсутність взаємного негативного впливу обстежених лакто- та пропіоновокислих бактерій, що має істотне значення для сумісного їх культивування.

Заслуговує на увагу той факт, що за росту композиції штамів *P. freudenreichii* і лактобактерій, а також сполучень між лактобактеріями, спостерігали інтенсивніше зростання кислотності порівняно з чистими монокультурами.

Отже, можна прогнозувати достатній розвиток всіх складників заквашувальної композиції за промислового виробництва на їх основі бакпрепарату.

3.6. Дослідження особливостей функціонування заквасок під час виробництва кисловершкового масла різними методами та їх вплив на якість та стійкість під час зберігання. Зважаючи на те, що активність і функціонування бактеріальних культур можуть бути обмежені технологічними операціями, заквашувальна культура повинна бути адаптована до технології виробництва цільового продукту. Щоб оцінити можливості застосування створених заквашувальних композицій з різним бактеріальним складом у різних технологіях кисловершкового масла, було досліджено їх вплив на зміни мікробіологічних показників та особливості формування смако-ароматичних речовин під час виробництва та зберігання продуктів (279, 291).

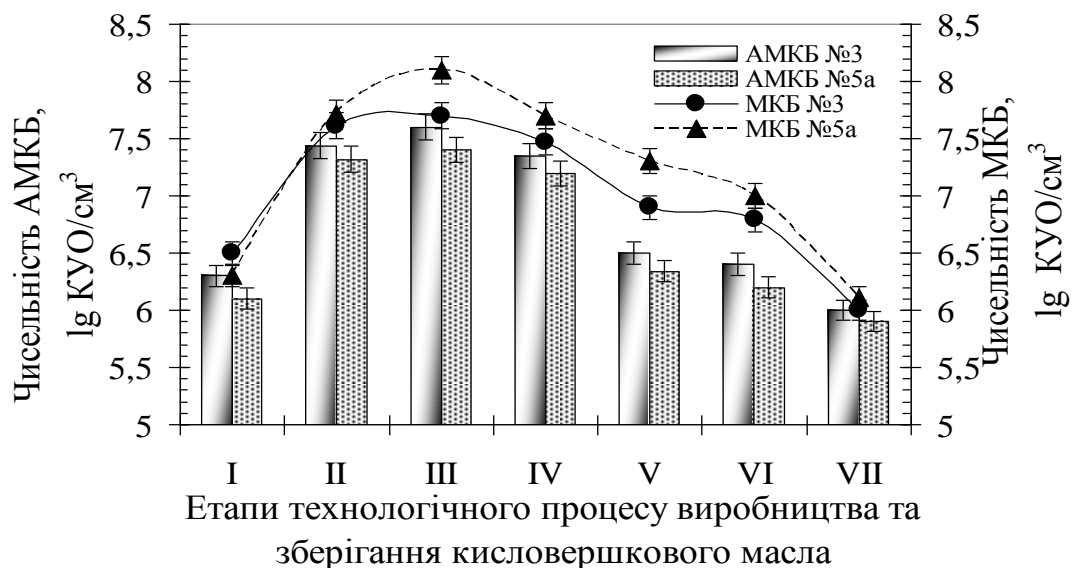
Ефективність функціонування заквашувальних композицій №5а та №3 досліджували у кисловершковому маслі, виробленому методом збивання сквашених вершків – (відповідно продукти I, II) та отриманому у результаті їх внесення на стадії формування структури продукту методом перетворення ВЖВ (продукти III, IV відповідно). Контролем слугував зразок солодковершкового масла (V). Дослідні зразки кисловершкового масла виробляли за літньою технологією методом збивання сквашених і дозрілих вершків заквасками у кількості 2,5 % за витримки: 21°C → 6 год за 13°C → 4 год за 8°C → 4 год та методом перетворення ВЖВ за внесення 3,5 % закваски на стадії формування структури продукту. Для формування смако-ароматичного букету виготовлене

масло піддавали дозріванню за температури $(10 \pm 1)^\circ\text{C}$ упродовж 3 діб. Готові продукти зберігали за температури $-(5-0)^\circ\text{C}$ впродовж 45 діб.

Загальна чисельність молочнокислих бактерій у заквасках №3 та №5а складала $(2,0-1,6) \cdot 10^8$ КУО/см³, в тому числі кількість ароматоутворювальних лактококів *L. diacetylactis* – $1,8 \cdot 10^8$ та $2,0 \cdot 10^8$ КУО/см³ відповідно.

Експериментально було встановлено, що незважаючи на однакову чисельність клітин лактобактерій у заквашувальних композицій, їхня кількість відразу після внесення у пласт була вищою на 8 %, ніж при заквашуванні вершків через внесення більшої дози закваски (3,5 %).

Слід зазначити, що під час визрівання вершків відбувалося поступове зростання чисельності усіх складових обох заквасок. Максимальну кількість клітин (до $7,8-8,1$ КУО/см³) було зафіксовано через 10 год сквашування (рис. 3.9).



МКБ – молочнокислі бактерії; АМКБ – ароматоутворювальні бактерії

Рис. 3.9. Зміна чисельності заквашувальної мікрофлори впродовж технологічного процесу виробництва та зберігання кисловершкового масла, виробленого методом збивання вершків:

I – внесення закваски у вершки; II – визрівання вершків за температури 21°C впродовж 4 год; III – визрівання вершків за температури 13°C впродовж 6 год; IV – визрівання вершків за температури 8°C впродовж 4 год; V – масло після збивання; VI – масло після зберігання за температури $-(5-0)^\circ\text{C}$ впродовж 25 діб; VII – масло після зберігання за температури $-(5-0)^\circ\text{C}$ впродовж 45 діб

Характерним для закваски №3 було те, що розвиток її мікрофлори у вершках за цей період дещо відставав від мезофільної закваски №5а, в якій

приріст клітин лактобактерій після 10 год дозрівання вершків за 21 °С та 13 °С був на 13 % більшим.

Поясненням цього є передбачені технологією несприятливі температурні режими дозрівання вершків для активного функціонування термофільних мікроорганізмів, особливо молочнокислих паличок виду *L. bulgaricus*. Зниження температури до 8 °С ініціювало відмирання всіх складових заквасок: загальна чисельність лактобактерій зменшилась до 7,5-7,7 КУО/см³, *L. diacetylactis* – до 7,4-7,2 КУО/см³. Після технологічної операції збивання сквашених вершків було втрачено ще до 10 % клітин, що можна пояснити їхнім переходом у маслянку. У результаті загальна чисельність молочнокислих мікроорганізмів та ароматоутворювальних лактококів у свіжовироблених продуктах коливалася в межах 6,9-7,3 КУО/см³ і 6,5-6,3 КУО/см³ відповідно.

Спостерігаючи за розвитком заквашувальної мікрофлори, внесеної на стадії формування структури масла, було встановлено, що впродовж перших 15 діб зберігання її чисельність була стабільною (рис. 3.10).

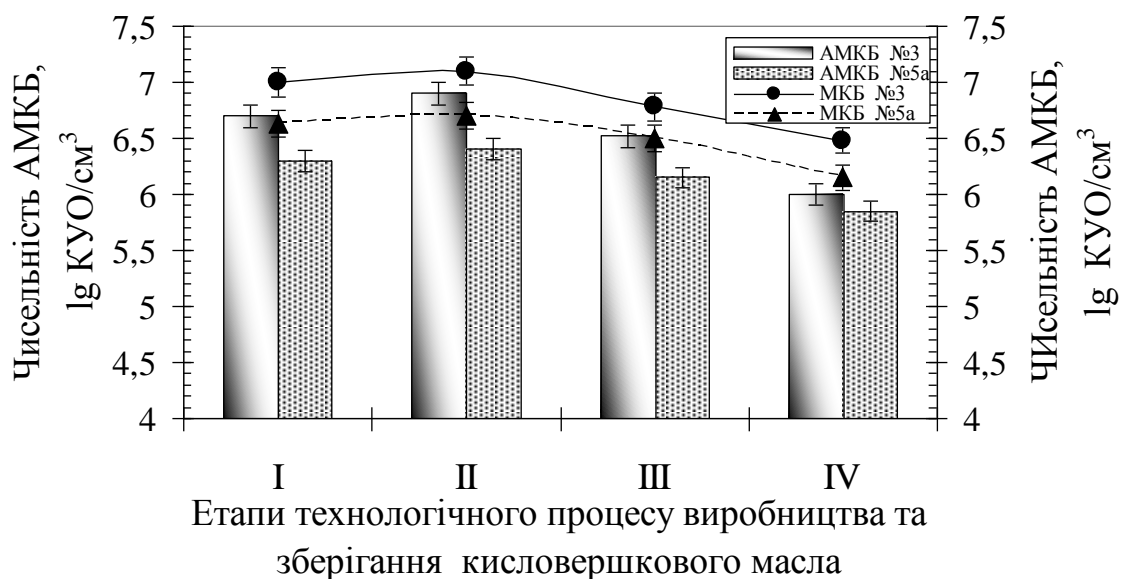


Рис. 3.10. Зміна чисельності заквашувальної мікрофлори кисловершкового масла, виробленого методом ВЖВ, з ароматизацією на стадії формування структури продукту впродовж його дозрівання та зберігання:

I – масло після внесення закваски на стадії формування структури продукту; *II* – масло після 15 діб зберігання; *III* – масло після 35 зберігання;

IV – масло після 45 діб зберігання

МКБ – молочнокислі бактерії; *АМКБ* – ароматоутворювальні бактерії

Варто зауважити, що кількість *L. diacetylactis* під час виробництва та зберігання кисловершкового масла була вищою у разі використання закваски №3, що пов'язано з внесенням більшої кількості закваски та залученням до її складу більшої частки означених мікроорганізмів. Варто також відмітити, що співвідношення між загальною чисельністю молочнокислих мікроорганізмів та ароматоутворювальних лактобактерій ЗК №5а у свіжих продуктах та на всіх досліджуваних етапах не змінювалося. Це свідчить про її життєздатність за жорстких температур дозрівання вершків.

Розвиток молочнокислих паличок був особливо чутливим до технологічних операцій під час виробництва кисловершкового масла методом збивання сквашених вершків. Вже на початку дозрівання вершків чисельність лактобацил зменшилася на 1 порядок, а наприкінці зберігання їхня кількість спадала до 10^4 КУО/г. Разом з тим, у разі внесення закваски в пласт масла, було помічено їхню вищу стійкість за зберігання впродовж 35 діб. А через 45 діб їх вміст залишався на рівні 10^5 КУО/г (289).

Таким чином, закваска, що складається тільки з мезофільних лактобактерій є придатнішою до застосування у технології виробництва КВМ методом збивання вершків, а заквашувальна композиція з мезо- та термофільними лактобактеріями є адаптованішою до технології КВМ методом перетворення високожирних вершків.

Готові продукти, вироблені методом збивання сквашених вершків, характеризувалися вищою кислотністю – 48-42 °Т, тоді як введення заквасок на стадії формування структури дозволило виробити продукти з кислотністю 38-45 °Т (табл. 3.14), що пояснюється різним видовим складом заквашувальної мікрофлори та технологією виробництва. Позитивним є те, що кислотність плазми під час зберігання масла підвищувалася лише на 2 °С. Кислотне число жирової фази у всіх зразках масла – 2,2 °К та майже не змінювалося за період зберігання (279, 291). У разі внесення заквасок в пласт масла за 45 діб гідроліз вуглеводів у продуктах III-IV досягав 6,0 %, тоді як у зразках I-II – до 8,0 %, що свідчить про активнішу життєдіяльність заквашувальної мікрофлори під час тривалого сквашування вершків.

Таблиця 3.14 – Характеристика кисловершкового масла ($n=3$, $p \leq 0,4$)

Зразки масла	Кислотність плазми, °T		Кислотне число жирової фази масла, °K		*Зброджування вуглеводів, %
	свіже масло	масло 45 діб	свіже масло	масло 45 діб	
I	48,0±0,5	49,5±0,5	2,14±0,06	2,20±0,06	7,66
II	42,0±0,5	44,0±0,5	2,15±0,07	2,18±0,06	7,94
III	38,0±0,5	39,0±0,5	2,10±0,05	2,16±0,05	6,04
IV	45,0±0,5	46,0±0,5	2,16±0,07	2,20±0,07	5,80
V	18,0±0,5	19,0±0,5	2,07±0,05	2,10±0,05	4,41

*довірчий інтервал ±1,3 %

Аналіз протеолізу показав ріст пулу вільних амінокислот у кисловершковому маслі, причому видовий склад закваски і спосіб її використання позначався на кількісному складі (табл. 3.15).

Таблиця 3.15 – Якісний та кількісний склад вільних амінокислот у маслі ($n=3$, $p \leq 0,5$)

Амінокислоти, мкг/г	I	II	III	IV	V
<u>Незамінні</u>					
Валін	13,96±0,8	12,07±0,8	15,08±0,2	13,52±0,7	4,38±0,3
Лізин	8,95±0,5	5,91±0,12	4,41±0,3	12,66±0,6	-
Лейцин	9,55±0,6	6,94±0,20	7,52±0,8	9,68±0,6	0,86±0,1
Ізолейцин	2,71±0,05	1,80±0,08	0,43±0,08	2,15±0,2	0,26±0,06
Метіонін	1,63±0,03	0,75±0,03	0,17±0,006	2,40±0,2	-
Треонін	2,46±0,10	1,60±0,05	1,40±0,06	1,52±0,1	0,74±0,8
Фенілаланін	6,69±0,2	2,47±0,8	2,03±0,08	6,70±0,8	-
<u>Замінні</u>					
Глютамінова кислота	42,73±0,78	48,24±2,0	53,23±2,2	40,80±1,8	34,16±1,5
Аспарагінова кислота	16,37±0,8	12,57±0,44	12,74±0,4	13,16±0,56	4,22±0,2
Тирозин	8,85±0,45	4,35±0,1	3,51±0,1	11,48±0,5	1,05±0,1
Аргінін	1,10±0,1	1,80±0,05	1,2±0,04	1,36±0,01	1,82±0,01
Серин	13,21±1,0	12,13±0,4	12,66±0,5	10,73±0,8	2,92±0,03
Пролін	27,76±1,1	28,20±0,8	29,84±1,0	27,29±1,6	4,34±0,1
Гліцин	8,64±0,3	8,99±0,4	10,08±0,8	9,73±0,8	9,02±0,3
Аланін	6,96±0,3	11,23±0,3	6,54±0,2	7,40±0,2	3,63±0,08
Цистеїн	0,52±0,02	-	0,31±0,01	0,45±0,01	0,43±0,02
Гістидин	10,12±1,1	9,67±0,7	9,15±0,3	9,45±0,3	5,16±0,2
Аміак	9,82±0,8	14,29±0,8	11,37±0,8	-	-
Сума	192,03±8,9	183,01±7,7	170,3±6,9	180,48±6,1	72,99±3,2

Водночас у контрольному зразку продукту порівняно в не високих концентраціях домінували валін, пролін, гліцин, глютамінова кислота, аспарагінова кислота, цистеїн. Також зафіксовано значні розбіжності за вмістом тирозину, проліну, серину; їх кількість зросла в 3,3-11,0 рази, 6,3-6,9 рази, 3,7-4,5 рази відповідно. Характерним було те, що у продуктах, вироблених зі сквашених вершків мезофільною закваскою №5а, істотно збільшилась кількість всіх незамінних амінокислот, тоді як закваска №3, що містить мезофільні та термофільні лактобактерії найбільше сприяла нагромадженню аргініну на 39 %, аланіну на 38 % і глютамінової кислоти на 11,4 %.

Порівняно нижчі концентрації вільних амінокислот у кисловершковому маслі II, виробленому сквашуванням вершків закваскою №3, свідчать або про перетворення амінокислот в інші сполуки або дію несприятливих температурних умов на розвиток заквашувальної лактофлори у вершках. Проте її введення на стадії формування структури максимально збагачує продукт лізином, лейцином, ізолейцином, метіоніном, фенілаланіном, тирозином. Кількість цих амінокислот у порівнянні з продуктом III зросла, відповідно, на 65 %, 22 %, 80 %, 93 %, 70 %, 70 %. Водночас відмічено незначний приріст треоніну – на 8 %, аргініну і аланіну – на 12%, аспарагінової кислоти, цистеїну та гістидину – на 3 %.

Дослідження вмісту летких органічних кислот показало аналогічну тенденцію, яку спостерігали під час аналізу вільних амінокислот (табл. 3.16).

Таблиця 3.16 – Кількісний та якісний склад летких органічних кислот та діацетилу у маслі ($n=3$, $p\leq 0,3$)

Кислоти, мг/кг	Свіжовиготовлене масло					Масло після 45 діб зберігання				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Діацетил,мг/100г	0,22	0,19	0,17	0,19	0,11	0,17	0,15	0,15	0,16	0,07
Оцтова	18,60	16,92	16,58	20,00	14,64	18,42	16,74	13,30	16,02	12,98
Пропіонова	0,041	0,055	0,027	0,035	0,024	0,040	0,053	0,014	0,031	0,019
Ізомасляна	0,016	0,014	0,005	0,006	0,004	0,010	0,009	0,004	0,005	0,004
Масляна	4,54	3,44	3,19	3,70	2,88	2,52	2,15	3,12	3,36	2,53
Ізовалер'янова	0,87	0,80	0,66	0,86	0,87	0,84	0,72	0,64	0,67	0,77
Валер'янової	0,006	0,009	0,005	0,008	0,006	0,002	0,003	0,001	0,003	0,001
Ізокапронова	0,004	0,005	0,003	-	-	0,001	0,002	-	-	-
Капронова	0,023	0,020	0,021	0,022	0,018	0,016	0,013	0,019	0,020	0,016
Гептанова	0,023	0,018	0,013	0,019	0,014	0,007	0,004	0,003	0,005	0,004
Сума	24,12	21,28	20,50	24,65	18,46	21,86	19,69	17,10	20,41	16,32

Так, їх сумарна концентрація в свіжовироблених продуктах залежала не тільки від видового складу мікрофлори закваски, але й від обраної технології виробництва продукту. Зокрема, найбільше збагачення цими сполуками (на 32-34 % більше у порівнянні з солодковершковим маслом) було виявлено у продукті, отриманому сквашуванням вершків мезофільною мікрофлорою закваски №5а, та закваскою №8 з термофільними мікроорганізмами, яку вносили в пласт масла – 24,1-24,7 мг/кг, що підтверджує їх адаптованість до відповідних технологій. У свіжовироблених продуктах домінувала оцтова кислота, вміст якої коливався від 16,6 мг/кг до 20,0 мг/кг і складав 77-81 % від загальної кількості летких органічних кислот.

У процесі зберігання продуктів спостерігали зниження вмісту летких органічних кислот, особливо масляної кислоти на 38-56 % та 2-9 % у кисловершковому маслі, виробленому зі сквашених вершків (зразки I-II) та внесенням заквасок у пласт (зразки III, IV) відповідно заквашувальними композиціями №5а та №3. Максимальний вміст летких органічних кислот у продукті IV забезпечує висока здатність закваски до продукування цих сполук. Кисловершкове масло, вироблене з дозрілих вершків, мало більший вміст діацетилу, незалежно від виду закваски.

На якість кисловершкового масла також впливає кількість лактонів, які є значимими для формування аромату. Технологія виготовлення продукту і видовий склад закваски є факторами впливу на кількісний склад лактонної фракції (рис. 3.11). Так, максимальною концентрацією лактонів (2,3-2,4 мг/кг) вирізнялися продукти I, IV. У продуктах II-III їх кількість знаходилася на рівні 1,95-1,99 мг/кг, у контрольному зразку продукту – 1,90 мг/кг. Дані відмінності у процесі лактонізації можуть бути обумовлені фізіолого-біохімічними властивостями заквашувальної мікрофлори та її придатністю до обраних технологій. У загальній лактонній фракції як солодко-, так і кисловершкового масла, переважали δ -лактони. Зокрема, активне накопичення δ C₁₂-лактону до 1,69 мг/кг (близько 30 % від загальної суми) було відмічено у продуктах, ароматизованих закваскою №3 і отриманих методом збивання сквашених вершків закваскою №5а – до 1,33 мг/кг. δ C₁₀-лактони домінували у

кисловершковому маслі, отриманому методом збивання сквашених вершків заквасками.

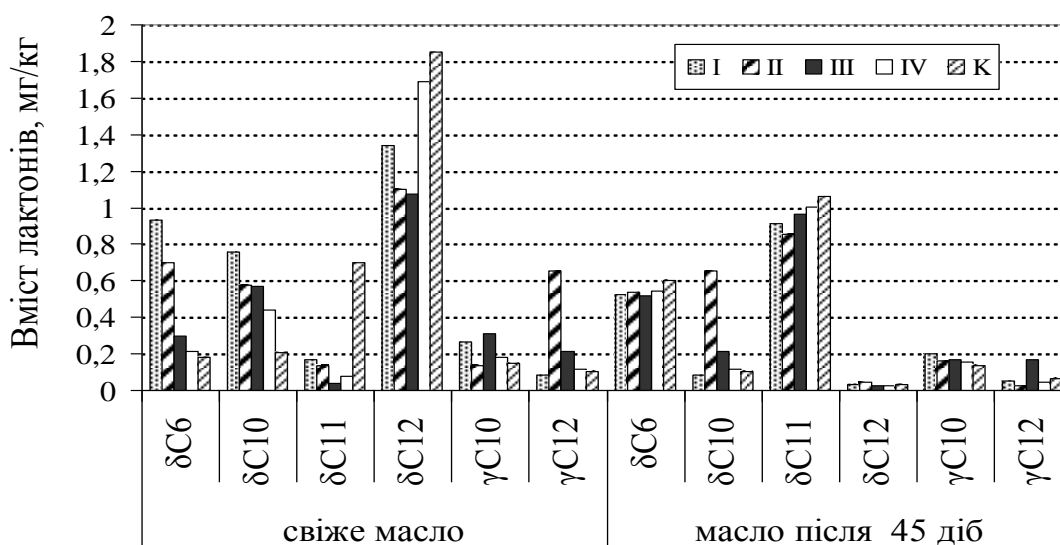


Рис. 3.11. Зміна вмісту лактонів під час зберігання кисловершкового та солодковершкового масла

Одночасно, високі значення γC_{12} –лактону (в 1,3 рази) спостерігали у продуктах з внесенням закваски в пласт масла. Після 45 діб зберігання у всіх продуктах концентрація лактонів в основному зменшувалася, за винятком δC_{10} –лактону, нагромадження якого спостерігали при внесенні закваски в пласт. Присутність таких лактонів є позитивним, оскільки за свідченнями деяких авторів (68) вони відповідальні за приємний фруктовий аромат.

Слід зазначити, що дані різних авторів (64-67) щодо концентрації лактонів, які виявлені в продуктах з високими смаковими якостями, відрізняються. Очевидно, смак і запах продукту залежать не тільки від кількості лактонів, але й від певного співвідношення цих сполук (64).

Результати досліджень, представлених на рис. 3.12 свідчать, що у всіх зразках масла серед спиртів домінував октен-3-ол, причому найвищу його кількість було виявлено у дослідному зразку III. З'ясовано, що використання заквасок обумовлювало майже вдвічі більше нагромадження у продуктах 2-октанолу порівняно з солодковершковим маслом. Вміст 1-пропанолу у всіх варіантах свіжоприготовлених продуктів коливався в межах 0,06-0,09 мкг/кг.

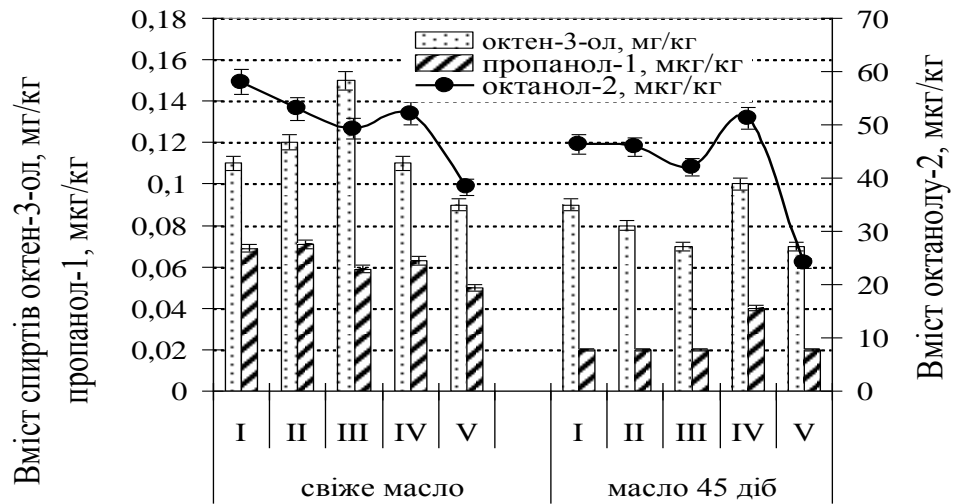


Рис. 3.12. Зміна вмісту спиртів у маслі під час його зберігання

Характерним було також й те, що використання мезофільної мікрофлори (закваска №5а) для сквашування вершків дозволило отримати кисловершкове масло з найвищим вмістом спиртів. У процесі зберігання вміст згаданих сполук знижувався, особливо 1-пропанолу від 37 % для варіанту IV до 67 % для варіанту II. Проте концентрація спиртів наприкінці зберігання у маслі IV залишалася вищою у порівнянні з іншими зразками продукту.

Аналіз вмісту альдегідів показав, що у свіжовиготовленому маслі спостерігали найактивніше нагромадження альдегідів мезофільною закваскою – до 1,96 мг/кг та 1,76 мг/кг відповідно для продуктів I та II (рис. 3.13).

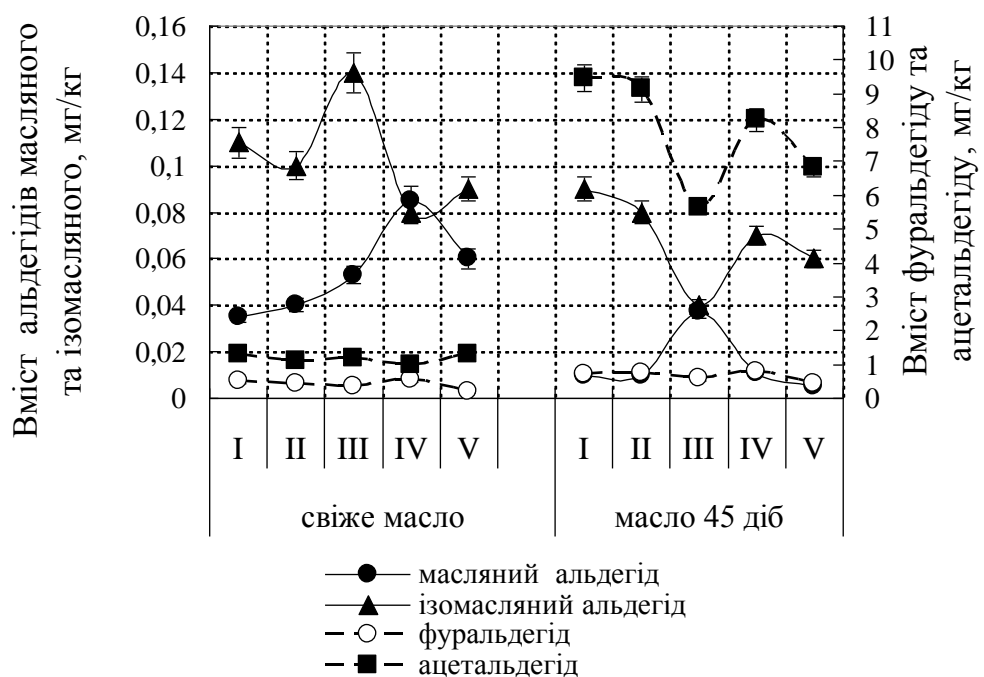


Рис. 3.13. Зміна вмісту альдегідів у маслі впродовж зберігання

Варто відзначити, що використання термофільної закваски більше сприяло синтезу масляного альдегіду, ніж ізомасляного

Збільшення у 5,9-5,4 рази ацетальдегіду спостерігали при використанні полівидової закваски №3, тоді як закваска з мезофільним складом лактобактерій дозволяла накопичувати його в 5,3 і 3,6 рази більше відповідно у маслі I і IV. Позитивним є те, що вміст масляного альдегіду знижувався упродовж зберігання кисловершкового масла. У контрольному зразку продукту було відмічено найменшу кількість альдегідів.

Отже, використання закваски у виробництві кисловершкового масла, незалежно від технології його виробництва, позначилося на підвищенні вмісту смако-ароматичних речовин. Зокрема, у продуктах I-IV були вищими вміст летких органічних кислот у 1,15-1,34 рази, діацетилу – 1,54-1,82 рази, δ -лактонів – 1,46-2,27 рази, γ -лактонів – 1,2-3,2 рази, октен-3-олу – 1,43-2,14 рази, 2-октанолу- 1,74-2,05 рази у порівнянні з солодковершковим маслом.

Слід відмітити, що між рівнем кислотності плазми та нагромадженням смако-ароматичних сполук були достатньо тісні кореляційні зв'язки (табл. 3.17).

Таблиця 3.17 – Кореляція між кислотністю та рівнем смако-ароматичних речовин масла

	Кислот- ність	Вільні амк	ЛОК	Лактони	Спир- ти	Альде- гіди
Кислотність	–	–	–	–	–	–
Вільні амк	0,98	–	–	–	–	–
ЛОК	0,88	0,79	–	–	–	–
Лактони	0,70	0,57	0,95	–	–	–
Спирти	0,33	0,94	0,89	0,73	–	–
Альдегіди	0,20	0,76	0,71	0,48	0,70	–
Углеводи	0,79	0,82	0,50	0,21	0,66	0,91

У результаті статистичної обробки визначено, що від кислотності плазми масла більше залежить вміст вільних амінокислот, про що свідчить коефіцієнт кореляції $r=0,98$. Достатньо високі коефіцієнти кореляції між кислотністю, леткими органічними кислотами, лактонами та вуглеводами ($r=0,79-0,88$)

дозволяють стверджувати про взаємозв'язок між функціонуванням лактофлори закваски та обраною технологією.

Очевидно, у продуктах з вищою кислотністю плазми біохімічні процеси відбуваються активніше. Водночас не виявлено взаємозв'язку між кислотністю плазми продуктів та вмістом спиртів і альдегідів, про що свідчать низькі коефіцієнти кореляції ($r=0,20-0,33$).

Таким чином, якісний та кількісний склад смако-ароматичних речовин та їх зміна під час зберігання продуктів обумовлена не тільки видовим складом заквашувальної мікрофлори, але і особливістю технології виробництва кисловершкового масла (291).

За результатами дегустації встановлено, що закваска №3, яка містить термофільні лактобактерії, була придатнішою для внесення її на стадії формування структури продукту. Завдяки високій енергії кислотоутворення, характерним для термофільних культур, забезпечується необхідний рівень кислотності плазми. Отриманий продукт характеризувався чистим кисломолочним смаком і приємним запахом, притаманним для кисловершкового масла.

Закваска №5а з мезофільною мікрофлорою при застосуванні у технології методом збивання забезпечує типовий кисломолочний аромат продукту і серед дослідних зразків вирізнявся найбільшим вмістом органічних кислот (24,12 мг/кг), діацетилу (0,20 мг/100 г), δ -лактонів 3,19 (мг/кг), спирту 2-октанолу (58,02 мкг/кг). За даними сполуками дещо поступалося масло, збагачене закваскою №3 (варіант IV). Однак її функціонування обмежується температурними умовами, які передбачені для сквашування вершків, що викликає менше нагромадження досліджуваних сполук.

Вочевидь, різні технології кисловершкового масла впливають на діяльність ферментних систем заквашувальної мікрофлори, їх фізіологічну активність та метаболізм. Незважаючи на те, що продукти відрізнялися за інтенсивністю кисломолочного присмаку, всі вони мають право на існування, оскільки за кислотністю плазми відповідають діючому ДСТУ.

3.7. Дослідження антагоністичної активності заквашувальних композицій та її складових. Молочнокислі мікроорганізми здатні до пригнічення життєдіяльності умовно-патогенних та патогенних мікроорганізмів. Однак у разі недотримання технологічних режимів і санітарних правил зростає ймовірність присутності потенційно небезпечних мікроорганізмів у готовому продукті. Незважаючи на те, що кислотність є важливим чинником регулювання росту та виживання сторонньої мікрофлори, ферментовані молочні продукти навіть з високою кислотністю стають причиною спалахів харчових отруєнь.

Є свідчення, що кислоторезистентні штами бактерій групи кишкової палички, спороутворювальні бактерії та стафілококи можуть виживати впродовж довготривалого зберігання продукту (277).

Дослідження антагоністичних властивостей новостворених заквашувальних композицій та їх складових є обов'язковими для гарантування отримання якісного та безпечного продукту.

Як тест-культури було використано штами видів *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Proteus morganii*, дріжджів. Результати експериментальних досліджень показали, що заквашувальні композиції та їх складники мають неоднозначний вплив на інгібування умовно-патогенних мікроорганізмів (табл. 3.18).

Встановлено, що найбільш чутливою до дії молочнокислих культур була кишкова паличка. Заквашувальні композиції активніше інгібували ці тест-культури (20 мм), тоді як її складові лише до 12-18 мм. Більшості проаналізованих штамів притаманна висока здатність до пригнічення золотистого стафілококу *S. aureus*.

Дещо помірніше пригнічували ріст *S. epidermis* окремі штами лактобактерій та їх композиції. Так, величина затримки росту становила від 11 до 14 мм. Водночас, деякі штами *L. diacetylactis* та термофільні стрептококи *S. thermophilus* взагалі не проявляли антагоністичної дії на *Proteus morganii*.

Наявність зон пригнічення небезпечних контамінантів заквашувальною мікрофлорою на твердих середовищах повністю не висвітлює характер їх взаємовідносин у виробничих умовах.

Таблиця 3.18 – Антагоністична активність заквашувальних композицій та її окремих складових для виробництва ферментованих продуктів маслоробства

Заквашувальні культури	*Величина зон затримки росту тест-культур, мм				
	<i>Escherichia coli</i> 906	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus epidermis</i>	<i>Proteus morganii</i>	Дріжджі
<i>L. diacetylactis</i> B- 7329	13	—	13	7	7
<i>L. lactis</i> B-7325	15	15	11	12	8
<i>L. lactis</i> B-7326	14	16	11	10	-
<i>L. lactis</i> B-7327	14	17	—	10	—
<i>L. cremoris</i> B-7328	13	12	—	11	—
<i>L. diacetylactis</i> B-7451	15	8	13	—	—
<i>L. diacetylactis</i> B-7452	15	8	13	—	*
<i>L. diacetylactis</i> B-7821	11	—	*	—	9
<i>L. diacetylactis</i> B-7822	11	—	*	15	—
<i>L. lactis</i> 5,5	18	18	*	10	12
<i>L. cremoris</i> 3,2	12	12	*	12	12
<i>S. thermophilus</i> B-7450	15	10	*	—	*
<i>S. thermophilus</i> 21135	18	10	*	—	*
<i>L. bulgaricus</i> B-7453	—	12	*	11	*
<i>L. casei</i> B-7825	18	20	*	—	—
<i>P. freudenreichii</i> B-7826	12	12	*	—	18
ЗК №5а	16	16	13	12	8
ЗК №8	15	17	13	10	8
ЗК №3	20	12	14	13	*
ЗК №1	20	22	*	15	14

* середньоарифметичні значення, n=3; довірчі інтервали: $\pm 0,2$ см; $p \leq 0,3$)

Слід враховувати, що у рідкому середовищі – молоці та вершках, кількість життєздатних клітин мікроорганізмів та виділених ними антимікробних речовин знижується (277).

З огляду на це, оцінка росту всіх груп мікроорганізмів заквашувальної мікрофлори та виживання шкідливої у ході технологічного процесу виробництва будь-якого продукту є доречною і привертає увагу, насамперед, з питань його безпеки та якості. Зокрема, важливим у виробничому процесі є контролювання бактерій групи кишкової палички, які є одними з найпоширеніших представників санітарно-показової мікрофлори.

Відомо, що рівень БГКП у маслі залежить здебільшого від вторинного контамінування продукту. Основною причиною попадання в продукт даних

мікроорганізмів є незадовільний санітарно-гігієнічний стан виробництва, відсутність ефективної санітарної обробки обладнання (277).

Вивчення впливу на прикладі ЗК №3 на розвиток кишкової палички, як одних з найпоширеніших контамінантів під час технологічного процесу виробництва КВМ методом перетворення ВЖВ, за її спільного культивування у вершках з м.ч.жиру 35% показало, що заквашувальна мікрофлора згубно діє на них (рис. 3.14).

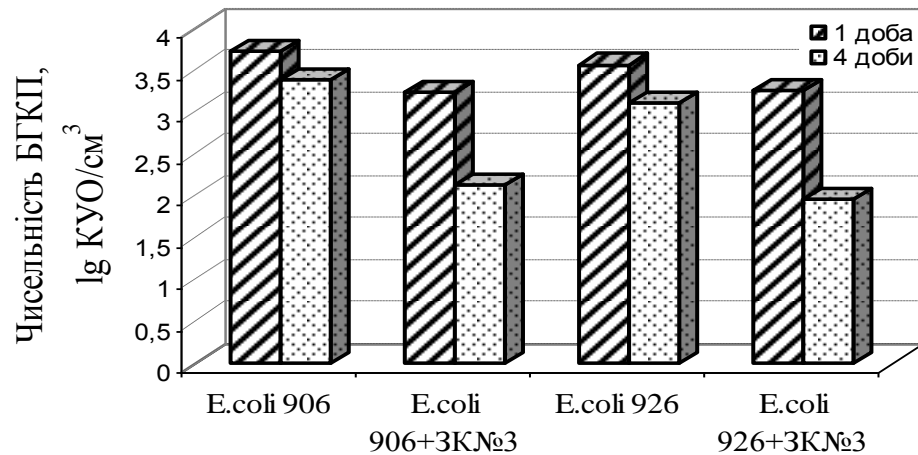


Рис. 3.14. Зміна чисельності тест-культур бактерій групи кишкової палички за спільного культивування у вершках впродовж 4 діб

Про це свідчить істотне зниження чисельності обраних тест-культур у вершках, ферментованих заквашувальною композицією. Зокрема, вразливішими були клітини *Escherichia coli* 926. За спільного культивування у вершках з заквашувальною композицією чисельність кишкової палички після 4 діб за температури зберігання 12°C спадала на 1,1-1,3 lg КУО/см³. При цьому чисельність клітин контамінантних мікроорганізмів не тільки в сполученні з закваскою, але й у чистій культурі після 4 діб знижувалася на 9,1-12,7 %.

У всіх дослідних варіантах у порівнянні з контролем (вершки не інфікували кишковою паличкою) помічено зниження заквашувальної мікрофлори (рис. 3.15). Так, вміст загальної чисельності лактофлори через 4 доби спільного культивування з бактеріями групи кишкової палички знижувався до 9 %, а *L. diacetylactis* – до 6 %.

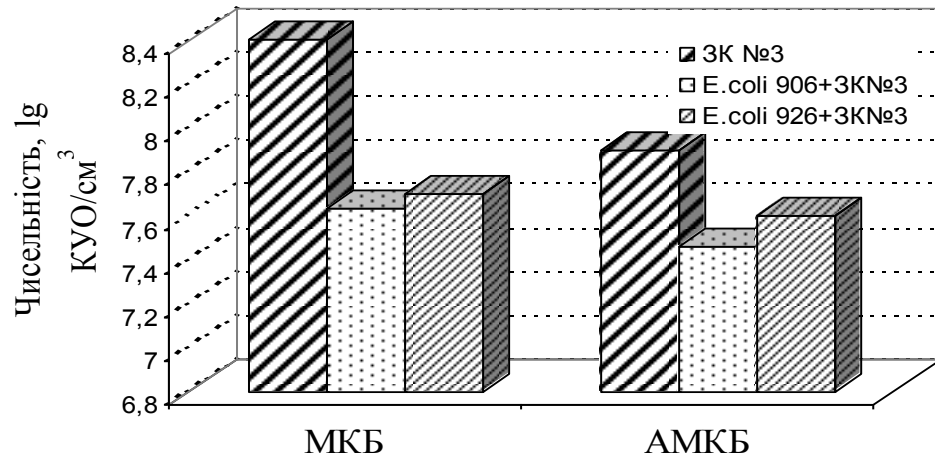


Рис. 3.15. Розвиток мікрофлори заквашувальної композиції №3 у вершках за спільного культивування з тест-культурами *Escherichia coli*

Ймовірним поясненням такої динаміки розвитку заквашувальної мікрофлори може бути конкурування за поживні речовини, а також часткове інгібування продуктами метаболізму сторонньої мікрофлори.

Отже, новостворена ЗК №3 для виробництва кисловершкового масла володіє високим рівнем антагоністичної активності щодо патогенних та умовно-патогенних бактерій. Отримані результати мають велике значення для наукового обґрунтування мікробіологічних ризиків на шляху наближення національних стандартів щодо безпечності молочних продуктів до вимог ЄС (277).

Таким чином, відібрані композиції №5а, №3, №1 визнані як перспективні для розроблення на їх основі технологій бактеріальних препаратів для виробництва ферментованих продуктів маслоробства.

Підсумком даного етапу роботи є поповнення колекції промислових мікроорганізмів Інституту продовольчих ресурсів НААН 12 біотехнологічно активних штамів, здатних до ферментування різних молочно-жирових основ (молочного та комбінованого складу) і є надійним джерелом ротаційних штамів. Штами задепоновано у Національній колекції промислових мікроорганізмів Інституту мікробіології та вірусології НАНУ (Додаток Б, В). Характеристика штамів представлена в Додатку А. За матеріалами досліджень, викладених у цьому розділі, опубліковано 8 статей (270,272,274-277,279,284) та 4 тези (301,303,304, 307).

Висновки до розділу 3

1. На підставі аналізу вилучених 158 культур молочно- та пропіоновокислих бактерій із зразків самоквасних молочних продуктів і некомерційного масла відібрано 22 штами видів *Lactococcus lactis*, *Lactococcus diacetylactis*, *Lactococcus cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei* та *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* та створено з їх використанням різні за видовим складом заквашувальні композиції.

2. З урахуванням вимог щодо кислото- та ароматоутворювальної активності, що висуваються до складників бакпрепаратів для маслоробства, відібрано 3 варіанти композицій композиції для застосування у біотехнологіях ферментованих продуктів маслоробства: «КВМ-С1» (*L. lactis* B-7325, *L. cremoris* B-7328, *L. diacetylactis* B-7329) – для кисловершкового масла методом збивання, «КВМ-П» (*L. diacetylactis* B-7451 і B-7452, *S. thermophilus* B-7450, *Lb. bulgaricus* B-7453) – для кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ, «КВС-П» (*L. diacetylactis* B-7822 і B-7823, *L. lactis* B-7328, *L. casei* B-7825, *L. bulgaricus* B-7453, *Pr. freudenreichii* B-7826) – для кисловершкових спредів.

Встановлено, що залучення до складу заквашувальних композицій термофільних лактобактерій скорочує тривалість сквашування молочної основи та підвищує енергію кислотоутворення до 110-115 °Т, а присутність пропіоновокислих бактерій інтенсифікує нагромадження діацетилу до 0,420 мг/100 г та летких органічних кислот до 375 мкгекв/100 г.

Встановлено, що за визначених співвідношень між штамми заквашувальних композицій досягається узгоджений ріст та збалансованість, а інтенсивність утворення продуктів метаболізму залежить від їх видового складу і співвідношення між складниками.

3. Доведено високі адаптивні властивості заквашувальних композицій №5а та №8 з залученням мезофільних лактококів до специфічних режимів дозрівання вершків і можливість їх подальшого використання у класичній технології виробництва кисловершкового масла методом збивання.

4. Визначено способи розширення спектру технологічно-функціональної дії заквашувальних композицій для виробництва кисловершкового масла та спредів

методом перетворення ВЖВ шляхом включення до традиційних заквашувальних культур мезофільного складу термофільних лакто- та пропіоновокислих мікроорганізмів.

5. Показано, що мезофільні заквашувальні композиції адаптовані до різких змін температур у технології кисловершкового масла методом збивання та нагромаджують більше органічних кислот, діацетилу, δ -лактонів, γ -лактони спирту 2-октанолу.

6. Антагоністична активність складених заквашувальних композицій переважала дію окремих їх складників до основних забруднювачів продукту: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Proteus morganii*.

7. Задепоновано у Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України 12 штамів молочнокислих та пропіоновокислих бактерій, включених до складу заквашувальних композицій.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА БІОТЕХНОЛОГІЙ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ФЕРМЕНТОВАНИХ МОЛОЧНО-ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ

Незважаючи на схожість технологічних підходів до виробництва бакпрепаратів, технологічний процес кожного із них включає підготовку інокуляту, вибір поживного середовища та умов проведення процесу культивування, а також вибір захисного середовища. Саме від них залежать урожайність, збереження бактеріального складу та біохімічна активність культури. Тому наступним етапом роботи було опрацювання технологічних параметрів отримання бактеріальних препаратів.

4.1. Розробка біотехнології бактеріального препарату «КВМ-С1» для виробництва кисловершкового масла методом збивання

4.1.1. Опрацювання способу підготування посівного матеріалу. Важливим моментом будь-якої біотехнології є спосіб підготування посівного матеріалу, зокрема визначення оптимальної температури вирощування кожного штаму, який входить до складу заквашувальної композиції, щоб забезпечити максимальну кількість клітин при заквашуванні поживного середовища для її нарощування у виробництві бакпрепарату. Після сквашування стерильного молока 5 % окремими штамами встановлено, що *L. lactis* краще росте за 25 °С, що й підтверджує їхню ліпшу стійкість до температурних режимів виготовлення КВМ, тоді як *L. cremoris* та *L. diacetilactis* слід нарощувати за температури 30 °С, бо при зниженні температури культивування вони нагромаджують у 1,1 та 1,6 разів менше клітин відповідно (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Вплив температури вирощування на ріст складових заквашувальної композицій для КВМ методом збивання

Штам	*Приріст чисельності клітин, разів	
	Температура вирощування	
	25 °С	30 °С
<i>L.lactis</i> B-7325	9,68	4,74
<i>L.cremoris</i> B-7328	15,49	17,18
<i>L. diacetilactis</i> B-7329	8,15	13,34

*середньоарифметичні значення, n=3; довірчі інтервали: ±0,5; p≤0,05 год

При цьому спільне культивування для нагромадження біомаси ЗК слід проводити за температури (29 ± 1) °C для забезпечення умов для розвитку головного ароматоутворювального складника *L. diacetylactis* B-7329.

4.1.2. *Визначення оптимального складу поживного середовища та умов культивування біомаси.* При обґрунтуванні складу поживного середовища для нагромадження біомаси композиції спирались на власний досвід у культивуванні молочнокислих бактерій (312). До складу ростових середовищ було включено поживні речовини та стимулятори росту – легкодоступні азотовмісні та білкові сполуки і вуглеводи, мінеральні речовини та вітаміни (313-318).

Було досліджено розвиток заквашувальної композиції «КВМ-С1» у 5-х ростових середовищах, склад яких наведено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Рецептний склад ростових середовищ для нагромадження біомаси заквашувальних композицій, %

№	Компоненти	Варіанти середовищ, %				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
1	СЗМ, гідролізоване протосубтиліном	3,0	3,0	-	3,0	-
2	СЗМ	-	-	1,0	-	-
3	Гідролізована суха сироватка	-	-	-	-	5,5
4	Суха сироватка	-	-	-	-	-
5	Пептон	-	-	0,5	0,5	0,5
6	Лактоза	-	-	0,5	0,5	0,5
7	Глюкоза	-	1,0	1,0	1,0	0,5
8	Дріжджовий автолізат	-	-	0,5	0,5	0,5
9	Кукурудзяний екстракт	-	1,0	-	-	-
10	Аскорбінова кислота	-	-	0,05	0,05	0,05
11	На лимоннокислий тризаміщений	-	-	1,0	1,0	1,0
12	MnSO ₄	-	-	0,016	0,016	0,016
13	MgSO ₄	-	-	0,016	0,016	0,016
рН готового середовища		6,7	6,7	6,5	6,5	6,6

Поживне середовище №5 як основу мало відновлену суху сироватку (5,5 %), №3 – відновлене сухе знежирене молоко, а №1,2,4 – гідролізоване протосубтиліном знежирене молоко (3 %) з різним вмістом білкових сполук, вуглеводів та стимуляторів росту. Для збільшення чисельності ароматоутворювальних лактококів *L. diacetylactis* та їхньої здатності до продукування діацетилу

додатково вводили у поживні середовища №3-5 цитрат натрію та йони марганцю (324-326). Придатність поживних середовищ для промислового використання оцінювали за приростом чисельності складових композицій та рівнем рН, а також зміною оптичної густини після 14 год культивування за температури $(29 \pm 1)^\circ\text{C}$ без періодичного розкислення (рис. 4.1).

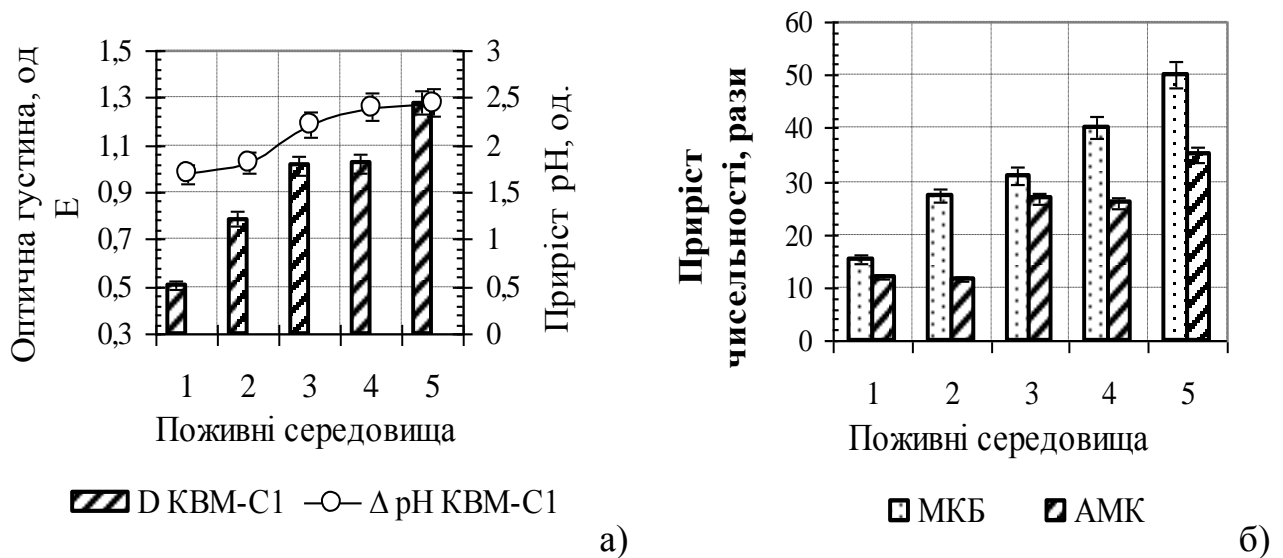


Рис. 4.1. Нагромадження біомаси заквашувальних композицій (а) та зміна оптичної густини і приріст активної кислотності (б) під час культивування у різних поживних середовищах

Кількість інокуляту складала 3 %. Встановлено, що інтенсивне нагромадження біомаси відбувалося у поживних середовищах №3-5. Зокрема, спостерігали збільшення приросту оптичної густини культуральної рідини в 2,0-2,5 рази, приросту активної кислотності на 0,5-0,8 од. рН порівняно з контролем (ПС №1). ПС №1,2 були занадто бідними, про що свідчить також найнижчий приріст урожайності клітин. Враховуючи отримані дані, було перевірено динаміку росту ЗК у поживних середовищах №3-5 (компоненти яких забезпечували найбільший їх розвиток) з періодичним розкисленням культуральної рідини 25 % розчином аміаку (рис. 4.2). Нарощування здійснювали впродовж 14 год за температури $(29 \pm 1)^\circ\text{C}$, підтримуючи рН на рівні 6,5-6,7 од. рН. Кількість інокуляту – 5 %.

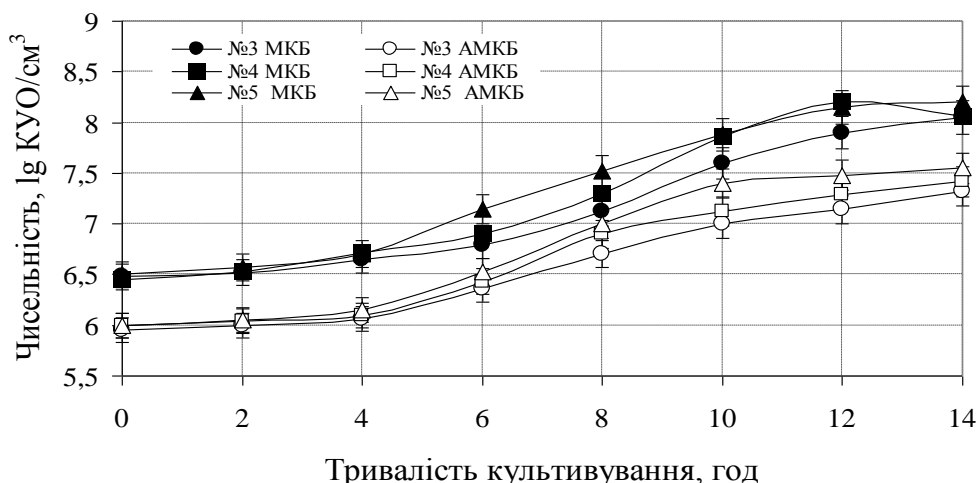


Рис. 4.2. Динаміка росту 3К поживних середовищ №3-5

Про ефективність середовищ судили за параметрами росту молочнокислих мікроорганізмів (табл. 4.3). Концентрацію біомаси композиції „КВМ-С1” у досліджуваних середовищах розраховували, виходячи з того, що чисельність $1,0 \cdot 10^{10}$ КУО/см³ становила 4,16 мг/см³ сирої біомаси.

Таблиця 4.3 – Основні параметри росту заквашувальної композиції з періодичною нейтралізацією

ПС	Склад-ники ЗК	Урожайність X , КУО/см ³	¹⁾ Константа швидкості поділу клітин v_{\max} , год ⁻¹ (6-8)	²⁾ Константа швидкості поділу клітин v , год ⁻¹ (0-12)	³⁾ Тривалість латентної lag-фази T_l , год (0-4)	⁴⁾ Термін генерації g , год (0-12)
№3	МКБ	$(1,2 \pm 0,2) \cdot 10^8$	0,55	0,39	3,29	2,56
	АМКБ	$(2,1 \pm 0,2) \cdot 10^7$	0,57	0,33	3,35	3,03
№4	МКБ	$(1,2 \pm 0,3) \cdot 10^8$	0,66	0,48	3,04	2,08
	АМКБ	$(2,6 \pm 0,1) \cdot 10^7$	0,78	0,36	3,57	2,78
№5	МКБ	$(1,7 \pm 0,2) \cdot 10^8$	0,78	0,46	2,92	2,17
	АМКБ	$(3,6 \pm 0,2) \cdot 10^7$	0,78	0,41	3,35	2,43

^{1,2)} середньоарифметичні значення, $n=3$; довірчі інтервали: ^{1,2)} $\pm 0,01$ год⁻¹, ^{3,4)} $\pm 0,05$ год

Було встановлено, що основні фази розвитку розрізнялися від обраного поживного середовища. Загалом, культивування у ПС №3 характеризувалося найменшою швидкістю росту всіх складників як в експоненційній фазі (0,55-0,57 год⁻¹), так і впродовж всього періоду нагромадження біомаси (0,33-0,39 год⁻¹). При цьому високі показники тривалості фази затримки росту ароматоутворювальних лактококів ($T_l=3,29-3,35$ год) свідчать про необхідність

більшого адаптаційного періоду для штаму *L. diacetilactis* перед активним ростом. Подовження терміну генерації клітин до 2,5-3,0 год також призводило до низької врожайності – $1,2 \cdot 10^8$ КУО/см³.

Поживні середовища №4-5 за показниками параметрів росту мало відрізнялися між собою. Однак під час культивування композицій у ПС №5 було зафіксовано найкоротшу фазу латентного періоду (T_l) для загальної чисельності молочнокислих бактерій $T_l=2,92$ год та $T_l=3,35$ год для ароматоутворювальних лактококів, фаза логарифмічного росту наступала від 4-ї до 8-ї культивування. В log-фазі загальна чисельність лактобактерій росла з константою швидкістю поділу клітин (ν) 0,41-0,46 год⁻¹ та за весь термін культивування. Однак після 8 год константа швидкості поділу клітин істотно спадала.

Використання поживного середовища №4 супроводжувалося незначним подовження затримки фази росту (T_l) лише для ароматоутворювальних лактококів у композиції “КВМ-С1” – на 0,22 год⁻¹.

Загалом, за весь термін культивування константа швидкості поділу клітин (ν) для *L. diacetilactis* мала дещо вищі показники за росту в ПС №5, ніж в №4 і складала 0,41 год⁻¹. При цьому термін генерації (g) для *L. diacetilactis* скорочувався до 2,43 год, тоді як у ПС №4 складав 2,78 год. Для молочнокислих бактерій у поживних середовищах №4,5 стаціонарна фаза наступала на 12 год культивування, тоді як у варіанті №3 – після 14 год.

На підставі отриманих даних для опрацювання поживного середовища було обрано середовище №5. Але для підвищення ефективності нагромадження біомаси та для отримання високої урожайності клітин, доцільним буде додаткове підживлення ростового середовища глюкозою у кількості 1 % від загального об'єму через 6 год культивування та збільшення частки інокуляту до 7 %.

Важливим також було дослідження розвитку окремих штамів заквашувальної композиції на підбраному ростовому середовищі. Нарощування індивідуальних штамів проводили впродовж 14 год за оптимальної температури росту кожного штаму з періодичним розкисленням аміаком культурального середовища. Динаміку розвитку лактобактерій представлено на рис. 4.3.

При культивуванні всіх складових заквашувальної композиції інтенсивний розвиток спостерігали впродовж перших 8 год, про що свідчать високі показники питомої швидкості росту. Наступний перебіг процесу нагромадження біомаси уповільнювався. Було відмічено певну синхронність росту культур, про що свідчать показники питомої швидкості росту.

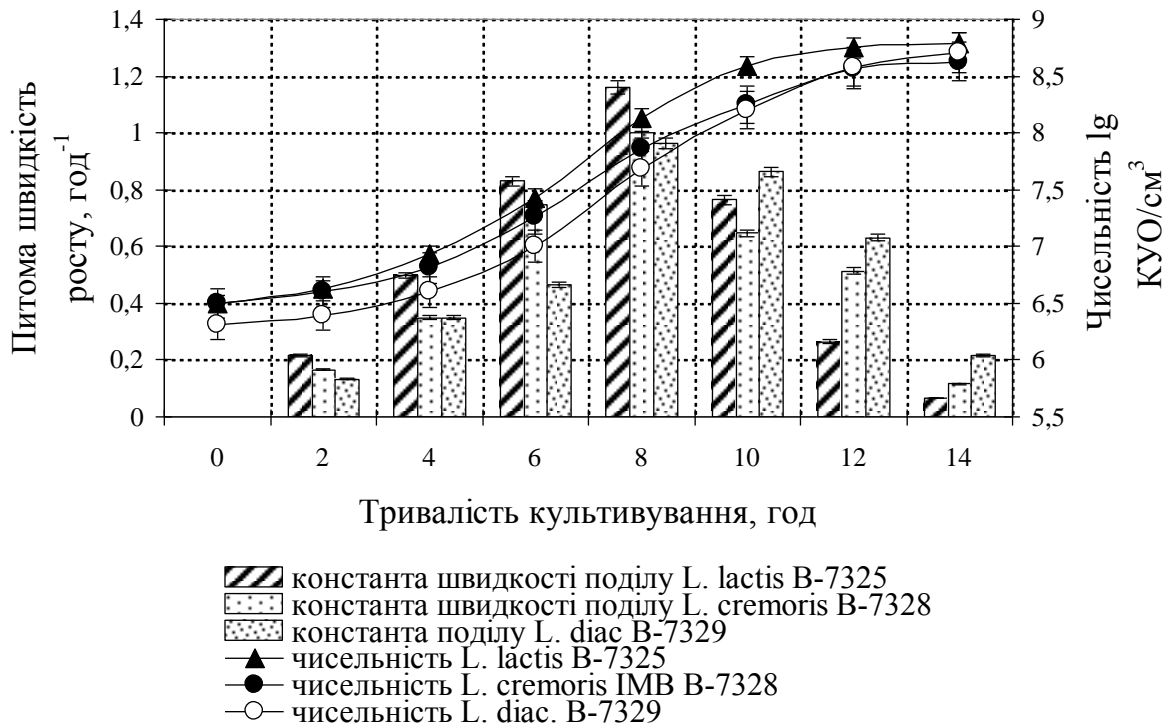


Рис. 4.3. Динаміка розвитку складових заквашувальної композиції при культивуванні на поживному середовищі

Інтенсивний ріст спостерігали у *L. diacetilactis* IMB B-7329 через 6-8 год культивування, а фаза стаціонарного росту наступала лише через 12 год, питома швидкість росту наприкінці досліджуваного періоду наближалася до $0,21 \text{ год}^{-1}$. Для штаму *L. lactis* IMB B-7325 через 10 год наступала стаціонарна фаза розвитку, а при подовженні процесу питома швидкість росту (v) наближалася до $0,066 \text{ год}^{-1}$. Очевидно, що для подовження активного росту слід підживлювати поживне середовище через 6-8 год.

Базуючись на даних лабораторних досліджень було проведено опрацювання у промислових умовах усіх стадій технологічного процесу отримання бактеріального препарату прямого внесення для виробництва кисловершкового масла.

Для промислового виготовлення бакпрепарату “КВМ-С1”

використовували поживне середовище №5, яке забезпечувало розвиток всіх складників заквашувальної композиції. Поживне середовище готували на молочній основі (5,5 % сироватки). До її складу додатково вносили 0,5 % пептону, 0,5 % дріжджового автолізу, 1,0 % тризаміщеного лимоннокислого натрію, 0,016 % сірчанокислого магнію 7-водного, 0,016 % сірчанокислого марганцю 4-водного, 0,5 % лактози, 1,5 % глюкози, 0,05 % аскорбінової кислоти як антиоксиданта. Після розчинення компонентів в основі встановлювали $(8,5 \pm 0,05)$ додаванням 25 %-ного водного розчину аміаку, стерилізували за температури $(121 \pm 1)^\circ\text{C}$ упродовж $(30,0 \pm 0,1)$ хв і охолоджували до температури $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Вуглеводи (0,5 % лактози та 0,5 % глюкози) та аскорбінову кислоту у кількості 0,05 % вносили до охолодженої основи у вигляді попередньо стерилізованих розчинів. У підготовлене середовище вносили посівний матеріал для нагромадження біомаси композицій.

Кількість посівного матеріалу становила 7 % від об'єму поживного середовища за співвідношення між штамми *L. Lactis* IMB B-7325, *L. cremoris* IMB B-7328 та *L. diacetilactis* IMB B-7329 – 1,3:0,7:1.

Інокуляти штамів молочнокислих бактерій готували внесенням добових культур у кількості 4 % до об'єму стерильного знежиреного молока і наступного вирощування за оптимальної температури.

Нагромадження біомаси проводили у періодичному режимі за температури $(29 \pm 1)^\circ\text{C}$ упродовж $(12 \pm 0,5)$ год. Посівний матеріал складників композиції *L. lactis* IMB B-7325 вирощували за температури $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$, *L. cremoris* IMB B-7328 та *L. diacetilactis* IMB B-7329 – за температури $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$. Підживлення ростового середовища здійснювали після 6 год глюкозою у кількості ще 1 %.

Динаміку нагромадження біомаси при культивуванні композиції з періодичною нейтралізацією середовища до активної кислотності 6,6-6,7 од. рН представлено на рис. 4.4. Встановлено, що додаткове підживлення глюкозою інтенсифікувало процес нагромадження біомаси ЗК та дозволило прискорити основні фази їх розвитку композиції, а саме: скоротити термін генерації

молочнокислих бактерій на 24 %, підвищити константу швидкості поділу клітин (v) молочнокислих бактерій у 1,3 рази та урожайність клітин до $(7,3 \pm 0,2) \cdot 10^8$ КУО/см³. Тривалість lag-фази (T_l) загальної чисельності молочнокислих бактерій композиції «КВМ-С1» зменшилася до 2,68 год, а *L. diacetylactis* – до 3,14 год, і була коротша відповідно на 9,0 % та 6,7 %, порівняно з попередніми дослідженнями (рис. 4.3, табл. 4.3).

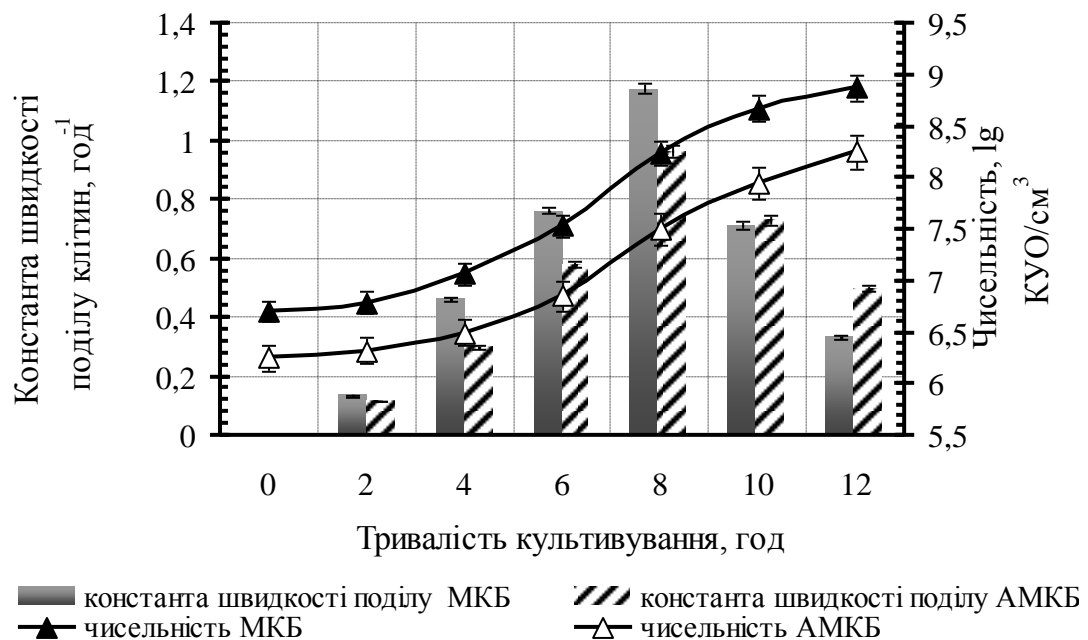


Рис. 4.4. Динаміка розвитку заквашувальної композиції «КВМ-С1» при нарощуванні у поживному середовищі у напівпромислових умовах виробництва

Константа швидкості поділу (v) була максимальною на проміжку 6-8 год як для загальної кількості молочнокислих бактерій, так і ароматоутворювального лактококу і складала відповідно 1,18 год⁻¹ та 0,96 год⁻¹. За весь період з 0 до 12 год константа швидкості поділу (v) становила для загальної чисельності молочнокислих бактерій і *L. diacetylactis* відповідно 0,60 год⁻¹ та 0,54 год⁻¹. Урожай біомаси складав $X = (6,7 \pm 0,04)$ г/дм³.

Дані, наведені на рис. 4.5а, вказують на істотну кислотопродукувальну активність заквашувальної мікрофлори композиції упродовж перших 10 год культивування у поживному середовищі. Відмічено найбільший приріст активної кислотності через 6 та 8 год, який складав відповідно 1,25 од та 1,45 од. Дослідження зміни біохімічного складу ростового середовища при культивуванні композиції показали, що вміст глюкози та лактози коливався у

межах 3 %, а їх активне споживання співпадало з періодом активного нагромадження біомаси (рис. 4.5б). У перші 4 години нарощування спостерігали активне споживання глюкози і лактози до 32-34 %. Через 12 год нарощування лактозу та глюкозу було вичерпано.

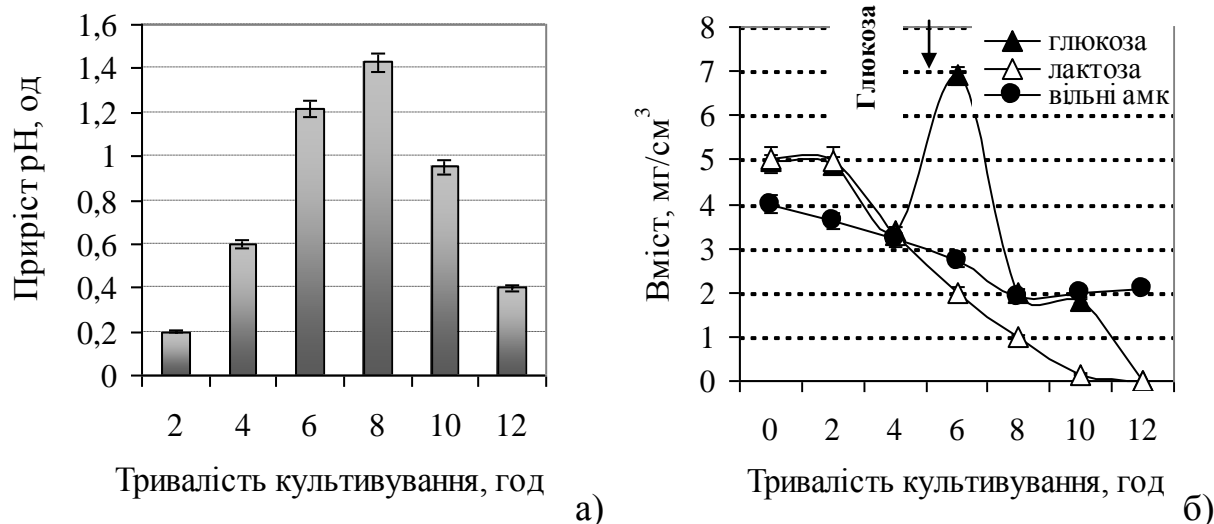


Рис. 4.5. Динаміка кислотоутворення (а) та утилізація поживних речовин поживного середовища (б) під час нарощування біомаси ЗК

Підживлення ростового середовища через 6 год глюкозою у кількості 1,0 % стимулювало активність лактококів. Економічний коефіцієнт, розрахований через відношення біомаси до кількості використаної глюкози складав $U_{gl} = (0,13 \pm 0,02)$.

4.1.3. Дослідження впливу умов ліофілізації бактеріальної маси на властивості бакпрепарату «КВМ-С1». Подальші дослідження були спрямовані на вибір захисного середовища, яке здатне забезпечити після сублімаційного сушіння максимальну кількість життєздатних клітин та високу ферментативну активність всіх складників бакпрепарату. Не менш важливим критерієм оцінки якості готового бакпрепарату є його розчинність.

Відомо, що високими протекторними властивостями володіють негідролізовані білки молока – казеїни (199). Слід зазначити, що розчинність сучасних вітчизняних препаратів доволі низька, що обумовлено особливістю технологій. Для забезпечення доброї розчинності доцільним є використання сахарозо-цитратного захисного середовища (199,322).

Було визначено вплив складу захисних середовищ на властивості бакпрепарату. Для цього досліджували три варіанти сахарозо-цитратного захисного середовища (ЗС №1-3) із поступовим збільшенням у них вмісту сухих речовин: № 1 – 15 %; № 2 – 20 %; № 3 – 25 % шляхом додавання сахарози (відповідно 10; 10; 10 %) та сухого знежиреного молока (0; 5; 10 %). Також використовували сахарозо-желатозне середовище (25 % сахарози та 10% сухого знежиреного молока) – (варіант №4). У всі варіанти вносили 5 % цитрату натрію.

Відокремлення біомаси від культуральної рідини (КР) проводили на суперцентрифугах при 15000 об/хв за $(8 \pm 2)^\circ\text{C}$. Для збереження мікрофлори у активному стані перед відокремленням біомаси проводили нейтралізацію культуральної рідини до рН $6,5 \div 6,6$.

Суспензії бактеріальних клітин заморожували за температури мінус $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ впродовж (16 ± 2) год, після чого висушували в сублімаційній сушарці ТГ 15 впродовж (18 ± 2) годин за таких режимів: початок сушіння – за температури мінус $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, закінчення – за температури плюс $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ при залишковому тиску не більше 6,65 Па ($0,679 \text{ кгс/м}^2$) до залишкової вологості не більше 5 %. Дослідження виконували у виробничих умовах Державного дослідного підприємства бактеріальних заквасок НААН.

Концентрат бактеріальної маси, відокремлений шляхом центрифугування, змішували в асептичних умовах у ваговому співвідношенні 1:2; визначали чисельність клітин у 1 г суспензії до та після сушіння.

Якість отриманих бакпрепаратів оцінювали за показниками виживання лактобактерій після ліофілізації та індексом розчинності (рис. 4.6).

Найбільший захисний ефект під час заморожування та сублімаційного сушіння всіх компонентів бакпрепарату забезпечувало ЗС №4 із вмістом сухих речовин 25 %, з використанням якого виживало найбільше клітин 99 %, в тому числі до 98,7 % ароматоутворювальних лактококів виду *L. diacetylactis* (рис. 4.6). Введення білків молока за рахунок 5 % знежиреного молока до складу ЗС №2 підвищувало ступінь виживання бактерій під час ліофільного сушіння у 1,2 рази. Збільшення його у складі поживного середовища до 10 % хоча й забезпечувало порівняно високі показники виживання молочнокислих мікроорганізмів (до 99

%), але підвищувало розчинність бакпрепаратів у 1,1 рази (індекс розчинності становив $(0,9 \pm 0,1)$ см³ сирого осаду з 1 г.

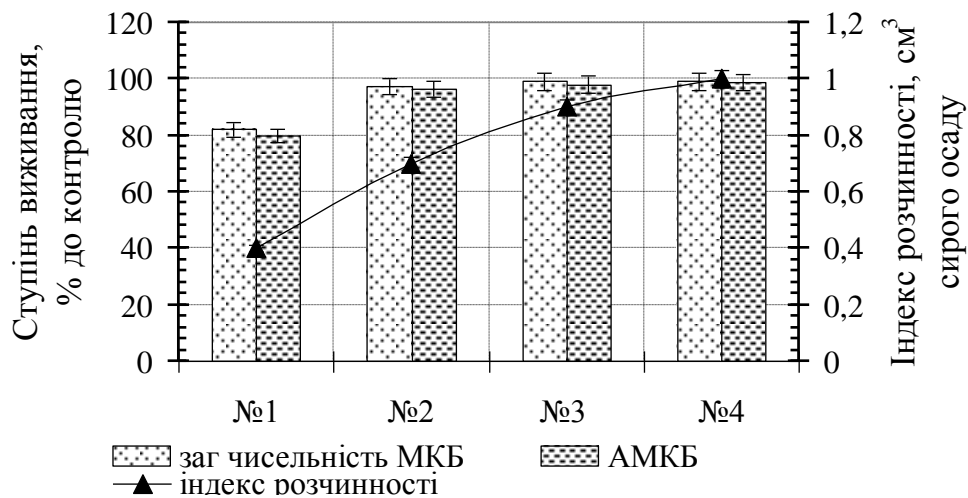


Рис. 4.6. Здатність до виживання мікрофлори бакпрепарату «КВС-С1» у захисних середовищах під час ліофілізації

Найліпші дані за цим показником були отримано при використанні сахарозо-цитратного середовища без додавання знежиреного молока – 0,4 см³ сирого осаду. Однак воно не надавало захисному середовищу протекторних властивостей, оскільки в ньому виживало лише 80-82 % клітин МКБ. Захисні середовища №2 та №4 забезпечували одержання бакпрепаратів зі ступенем виживання мезофільних лактококів обох композицій майже на одному рівні (98-99 %), але з різними показниками індексів розчинності – відповідно 0,7 та 1,0 см³ сирого осаду.

Таким чином, сахарозо-цитратне середовище з додаванням 5 % знежиреного молока (№2) було найліпшим та рекомендовано для промислового виробництва бактеріального препарату.

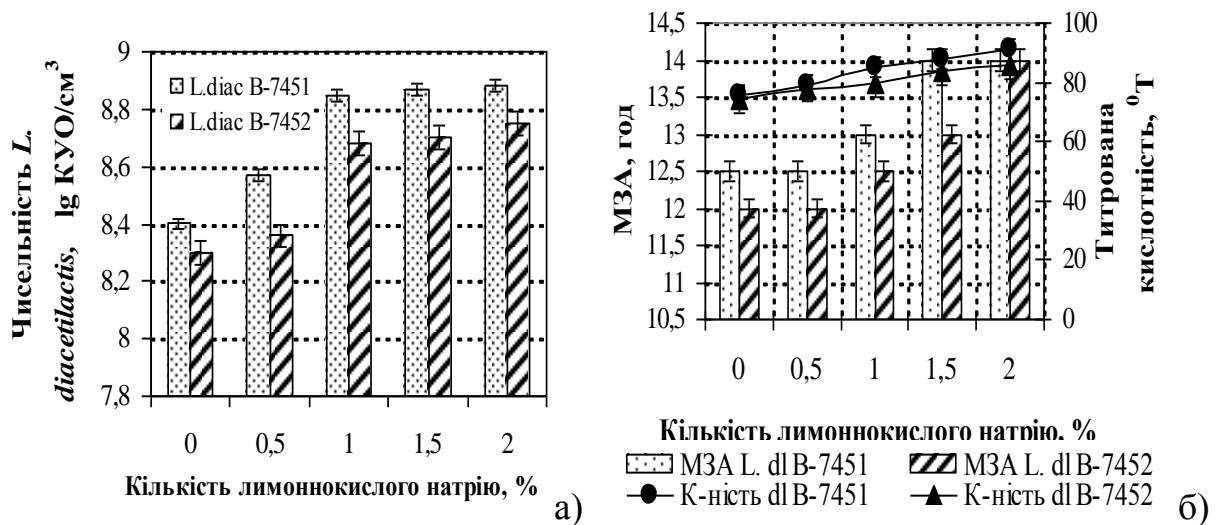
4.2. Розробка біотехнології бактеріального препарату «КВМ-П» для виробництва кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ

4.2.1. Дослідження впливу складу поживного середовища на біохімічну активність посівного матеріалу. Відомо, що для підвищення продуктивності лактобактерій рекомендовано вносити лимонну та оцтову кислоти, а також їхні солі. Вони прискорюють ріст заквашувальних мікроорганізмів і є необхідним субстратом для синтезу ароматоутворювальних сполук мікрофлорою закваски.

При недостатній кількості цитрату натрію у молоці процеси ароматоутворення, зокрема нагромадження діацети́лу, гальмуються, незалежно від рівня розвитку мікрофлори закваски. Оскільки бактеріальний препарат повинен володіти високими смако-ароматичними характеристиками, то вважали за доцільне дослідити вплив лимоннокислого натрію на ростову та біохімічну активність посівного матеріалу *L. diacetylactis* як основного продуцента ароматичних компонентів.

Якість посівного матеріалу, отриманого шляхом сквашування знежиреного молока з додаванням різних концентрацій лимоннокислого натрію (0,5-2,0 %), було проаналізовано та порівняно за фізико-хімічними, біохімічними та мікробіологічними характеристиками інокуляту, отриманого без використання згаданої солі (контроль) (рис. 4.7).

Проведені дослідження показали, що збільшення концентрації цитрату натрію вище 1,0 % не значно інтенсифікувало молочнокисле бродіння та, відповідно, нагромадження продуктів їхньої життєдіяльності (4.7а). Так, кількість клітин лактобактерій зростала лише на 0,28 lg КУО/см³, а рівень діацети́лу був 1,1 рази вищим, ніж у варіанті з використанням 1 % цитрату натрію. Додавання цитрату натрію у кількості 1 % давало змогу підвищити ростову активність клітин у 1,1-1,2 рази, енергію кислотоутворення на 8-11 % °Т, збільшити синтез діацети́лу у 1,1-1,2 рази, летких органічних кислот у 1,5-1,8 рази порівняно з контролем.



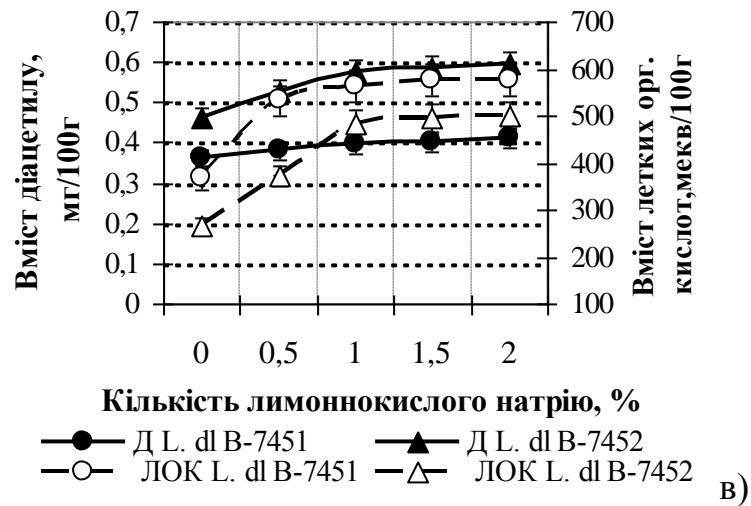


Рис. 4.7. Вплив лимоннокислого натрію на технологічні та біохімічні показники *L. diacetylactis*: а) чисельність; б) молокозсідальна активність та титрована кислотність; в) рівень смако-ароматичних речовин

Отже, для підготування інокуляту *L. diacetylactis* доцільним є внесення у підготовлене знежирене молоко 1 % цитрату натрію.

Статистична обробка фізико-хімічних, біохімічних та мікробіологічних показників, що представлена в таблиці 4.4, демонструє досить тісні кореляційні зв'язки між нагромадженням клітин мезофільних лактококів та їх синтезом смако-ароматичних сполук.

Таблиця 4.4 – Кореляція між фізико-хімічними, мікробіологічними та біохімічними показниками

Показники <i>L. diac B-7451</i> <i>L. diac B-7452</i>	Чисель- ність	МЗА	Вміст діацетилену	Вміст легких орг. к-т	Титрована кислотність
Чисельність	—	$\frac{0,99*}{0,95}$	$\frac{0,93}{0,93}$	$\frac{0,97}{0,92}$	$\frac{0,97}{0,95}$
Молокозсідаль- на активність	—	—	$\frac{0,92}{0,94}$	$\frac{0,98}{0,92}$	$\frac{0,96}{0,91}$
Вміст діацетилену	—	—	—	$\frac{0,93}{0,99}$	$\frac{0,98}{0,94}$
Вміст легких орг. кислот	—	—	—	—	$\frac{0,94}{0,92}$
Ефективна в'язкість	—	—	—	—	$\frac{-0,92}{-0,75}$

● у чисельнику – *L. diacetylactis* B-7451, у знаменнику – *L. diacetylactis* B-7452

Про це свідчать достатньо високі коефіцієнти кореляції ($r=0,92-0,97$). Коефіцієнт кореляції між чисельністю лактобактерій та кислотністю сквашеного

молока складав $r=0,95-0,97$. Варто уваги те, від'ємні коефіцієнти кореляції між в'язкістю та всіма досліджуваними показниками свідчать про відсутність їх впливу на реологічні властивості кисломолочних згустків.

Основним завданням промислового використання мікроорганізмів є підтримання культури в активному стані. Для підсилення інтенсифікації росту і розвитку мікрофлори рекомендують використовувати стимулятори росту – мінеральні солі. Зокрема, іони марганцю виконують захисну функцію, суть якої полягає в інактивації перекису водню. Крім того, марганець підвищує стійкість мікроорганізмів до зберігання. Іони міді входять до складу ряду ферментів, які сприяють утилізації глюкози для росту і розвитку мікроорганізмів (199).

Щоб перевірити ефективність стимуляторів росту на якість посівного матеріалу термофільних лактобактерій, залучених до складу зквашувальної композиції, інокулят окремих штамів *S. thermophilus* B-7450 та *L. bulgaricus* B-7453 готували у знежиреному стерильному молоці з додаванням мінеральних солей у сумарній кількості 0,6 %. Мінеральні солі готували роздільно у вигляді розчинів наступного складу: 11,5 % $MgSO_4$, 2,9 % $MnSO_4$, 0,13 % KJ , 0,05 % $CuSO_4$. Молоко сквашували за оптимальної для розвитку термофільних лактобактерій температури 37 °C.

Встановлено, що додавання мінеральних солей не дало очікуваних результатів. Зокрема, молокозсідальна активність зростала лише на 10-20 хв із збільшенням кислотності згустків на 2-4 °Т. При цьому не відбулося істотної активізації росту лактобактерій.

Важливим аспектом у технології багатокомпонентних препаратів є забезпечення високої концентрації мікроорганізмів та збереження необхідного співвідношення між штамми наприкінці нагромадження біомаси.

Оскільки новостворена заквашувальна композиція є полівидовою, до складу мікрофлори якої залучено групи лактобактерій з різними оптимальними температурами росту, важливим для нарощування біомаси є забезпечення температурних умов, які задовольняли б розвиток усіх її складових. Враховуючи те, що більшу частку (60 %) у складі заквашувальної композиції становлять мезофільні лактококи, оптимальна температура росту яких 30 °C, а термофільні

мікроорганізми виду *S. thermophilus* та *L. bulgaricus* характеризуються вищим температурним оптимумом – 37 °С, було досліджено розвиток всіх представників заквашувальної композиції за різних температур (рис. 4.8).

За оптимальної температури для розвитку ароматоутворювальних бактерій *L. diacetylactis* нагромадилося клітин у кількості 7,8-7,9 lg КУО/см³. Культивування за температури 37 °С також давало змогу нагромадити значну кількість біомаси цих лактококів – чисельність клітин зменшилася лише на 8-9 % у порівнянні з вище згаданою температурою.

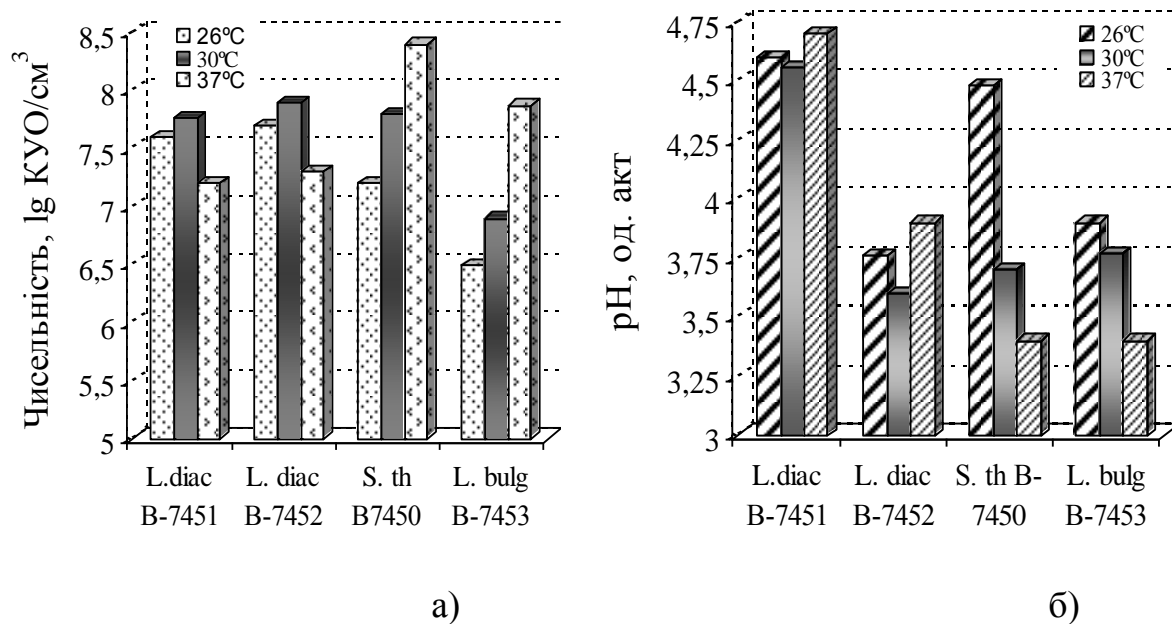


Рис. 4.8. Вплив температури на розвиток складових заквашувальної композиції (а) та рівень рН (б) утворених ними кисломолочних згустків

Ці втрати не є значними. Що стосується термофільних стрептококів та болгарської палички, то зниження температури негативно позначалося на їхньому розвитку. Зокрема за температури 26 °С кількість клітин зменшилась у 1,2 рази, а за 30 °С – у 1,1 рази відносно контролю. Ці результати підтверджуються значеннями активної кислотності. Так, активна кислотність кисломолочних згустків, сквашених окремими штатами лактобактерій, досягала максимального рівня за їхніх оптимальних температур росту.

Проведені дослідження щодо впливу температури на розвиток окремих компонентів дали змогу зробити висновок, що всі складові заквашувальної композиції можна нарощувати як за температури 30 °С, так і 37 °С. Але враховуючи той факт, що основною функцією заквашувальної культури для

КВМ є забезпечення як бажаного рівня кислото-, так і ароматоутворення, оптимальною було визнано для нарощування біомаси полівидової заквашувальної композиції температуру культивування $(34 \pm 1) ^\circ\text{C}$, за якого можна досягти узгодженого розвитку усіх складників.

4.2.2. Опрацювання складу поживного середовища та умов нагромадження заквашувальної композиції. Подальша робота була спрямована на опрацювання складу поживного середовища та параметрів спільного культивування молочнокислих мезо- та термофільних бактерій у середовищі визначеного складу.

Під час підбору компонентів поживного середовища враховували потреби даних мікроорганізмів у джерелах азотного живлення, вітамінах, вуглеводах, а також можливість застосування дешевих і простих компонентів, які дозволяють отримати максимально можливу кількість життєздатних клітин за мінімальних затрат.

Було розроблено 4 варіанти поживних середовищ (ПС), які різнилися за складом молочної основи (табл. 4.5). Зокрема для варіанту ПС №1 основою слугувало гідролізоване протосубтиліном сухе знежирене молоко.

Таблиця 4.5 – Склад досліджуваних поживних середовищ, %

Компоненти, %	Варіанти поживних середовищ, %			
	№1	№2	№3	№4
Гідролізоване СЗМ	3,0	-	-	-
Гідролізована сироватка	-	6,0	-	-
СЗМ	-	-	1,0	-
Суха сироватка	-	3,0	-	4,5
Дріжджовий екстракт	0,3	0,3	0,3	0,3
Пептон	0,5	0,5	0,5	0,5
Цитрат натрію	1,0	0,8	0,8	0,8
Ацетат натрію	0,5	0,5	0,5	0,5
MnSO ₄	0,02	0,02	0,02	0,02
MgSO ₄	0,02	0,02	0,02	0,02
Глюкоза	1,0	1,0	1,0	1,0
Лактоза	1,0	1,0	1,0	1,0
Аскорбінова кислота	0,05	0,05	0,05	0,05
Вода питна	до 100			

Для середовища №2 використовували гідролізовану суху сироватку, яка містить значну кількість лактози і є одним із найдешевших компонентів для нарощування молочнокислих бактерій. У середовищах №3 та №4 основою були, відповідно, негідролізові СЗМ і сироватка.

До складу поживних середовищ також залучали пептон як джерело азотного живлення, лимоннокислий та оцтовокислий натрій, дріжджовий автолізат з додаванням компонентів, які необхідні для активного розвитку бактерій – джерела вуглецю, азоту, мікроелементи. Активну кислотність перед заквашуванням встановлювали на рівні 6,8 од. рН.

Культитивування заквашувальної композиції (*Lc. diacetylactis* B-7451+ *Lc. diacetylactis* B-7452+*S. thermophilus* B-7450+ *Lc. bulgaricus* B-7453) у поживному середовищі здійснювали у співвідношенні 1,5:1,5:0,8:1,2 між штамми за температури $(34 \pm 1)^\circ\text{C}$ без періодичного розкислення. Інокулят вносили у кількості 5 %.

Інтенсивність розвитку культури у поживних середовищах оцінювали за приростом чисельності клітин та зміною активної кислотності (рис. 4.9).

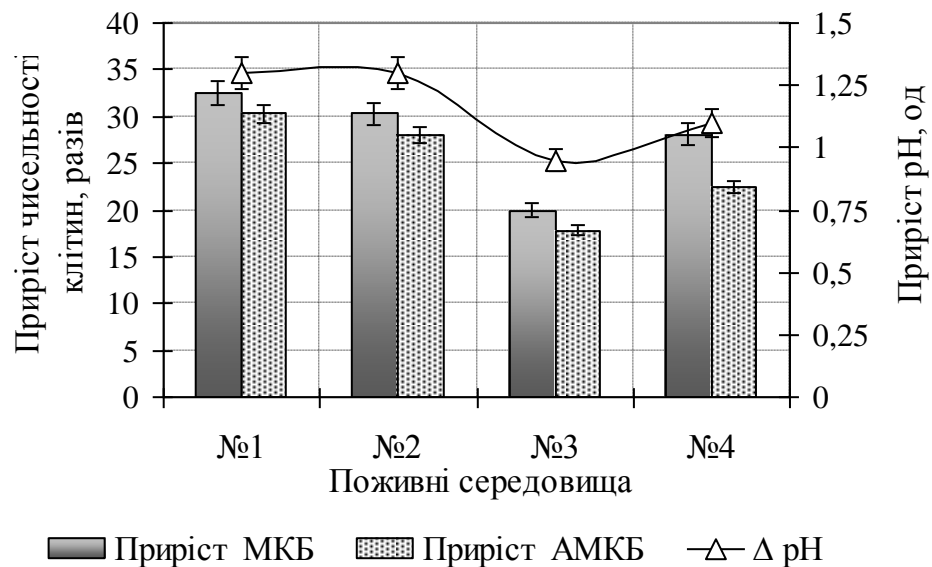


Рис. 4.9. Приріст чисельності заквашувальної композиції та зміна активної кислотності у різних середовищах.

Найкращі показники приросту чисельності заквашувальної композиції (у 32,5-30,0 разів) спостерігали у поживному середовищі №1, дещо нижчий приріст відмічено у поживному середовищі №2. При цьому приріст активної кислотності

культуральної рідини наприкінці культивування досягав рівня 1,3 од. рН. У поживних середовищах №3-4 спростерігали менший приріст загальної чисельності заквашувальної композиції у 1,65-1,2 рази та активної кислотності у 1,4-1,2 рази, ніж у вище зазначених середовищах.

Таким чином, поживне середовище №1, основою якого було гідролізоване протосубтиліном молоко, є найефективнішим для нагромадження біомаси заквашувальної композиції.

Тому його було відібрано до наступних досліджень, але з доопрацюванням вуглеводного складу. Зокрема, щоб збільшити біомасу заквашувальної композиції, було прийнято рішення збільшити частку глюкози – як основного компоненту джерела енергії.

Відомо, що глюкоза безпосередньо залучається в процес гліколізу, тоді як лактозі потрібно попередньо пройти ряд ферментативних перетворень під дією ферментів лактази та лактатізомерази лактобактеріями.

Варто відзначити, що заквашувальна культура спочатку розвивається в умовах надлишку поживних речовин, кількість яких за період вирощування поступово знижується. Водночас, у середовищі накопичуються і продукти метаболізму, які також негативно впливають на клітини, знижуючи швидкість розмноження клітин, їхню метаболічну та біохімічну активність. Враховуючи те, що компоненти поживного середовища часто використовуються нерівномірно і деякі із них можуть у процесі розвитку культури лімітувати ріст біомаси, тому на наступному етапі роботи підбирали дозу та спосіб внесення вуглеводів для поживного середовища, яке забезпечувало б найбільшу активність росту композиції.

Для цього у середовище після стерилізації основи вносили глюкозу у кількості 1 % у вигляді 40 %-го розчину (варіант ПС №1).

Варіант ПС №2: у середовище кількість глюкози збільшили до 1,3 %.

Варіант ПС №3: для підвищення приросту клітин компонентів композиції було застосовано постадійне внесення вуглеводу у кількості 1,3 %. Після стерилізації основи вносили глюкозу у кількості 1 %, після 6 год – додатково підживлювали ростове середовище глюкозою у кількості 0,3 %.

Окрім того, у всі варіанти досліду після стерилізації основи поживного середовища вносили 1,0 % лактози.

У експерименті використовували основу поживного середовища №1, рецептура якого зазначена у табл. 4.5. Культивування заквашувальної композиції у поживних середовищах за різних варіантів підживлення глюкозою проводили упродовж 12 год за температури $(34 \pm 1)^\circ\text{C}$ із нейтралізацією середовища аміаком кожні 2 год.

Динаміка споживання лактози та глюкози заквашувальною композицією в усіх дослідних варіантах за весь період дещо різнилася.

Було встановлено, що нагромадження мікрофлори заквашувальної композиції залежала від способу внесення глюкози. Слід відзначити також, що характер кислотоутворення відповідав загальному напряму процесу нагромадження біомаси заквашувальної композиції та гідролізу вуглеводів.

Так, загальна чисельність МКБ досягала максимуму $8,75 \text{ lg КУО/см}^3$ після 12 год культивування за варіантом №3 – поетапного внесення вуглеводів (табл. 4.6). Натомість, темпи утилізації глюкози заквашувальною мікрофлорою були повільнішими у варіанті поживного середовища №2, а наприкінці культивування чисельність лактобактерій становила $8,4 \text{ lg КУО/см}^3$.

Внесення у поживне середовище 1 % глюкози було недостатнім і обумовлювало меншу урожайність заквашувальної мікрофлори – до $8,1 \text{ lg КУО/см}^3$. На 10-у годину культивування відбулось повне (100 %) вичерпування глюкози в поживному середовищі (варіант №1).

Таблиця 4.6 – Зміна приросту клітин, активної кислотності та утилізація глюкози за різних способів її внесення

Тривалість культивування, год	Збільшення приросту клітин МКБ, разів			ΔpH			Споживання глюкози, %		
	№1	№2	№3	№1	№2	№3	№1	№2	№3
4	2,51	3,24	2,44	0,46	0,48	0,46	15,34	18,73	16,51
6	3,16	4,17	3,1	1,01	1,03	1,06	50,66	22,75	25,73
8	2,88	3,16	5,75	1,00	1,23	1,33	34,00	35,47	43,22
10	1,38	1,51	1,58	1,15	1,25	1,37	-	22,75	14,54
12	1,25	1,32	1,51	0,90	1,07	1,10	-	-	-

^{1,2)} середньоарифметичні значення, $n=3$; довірчі інтервали: ^{1,2)} $\pm 0,01 \text{ год}^{-1}$, ^{3,4)} $\pm 0,05 \text{ год}$

Незважаючи на відсутність глюкози у поживному середовищі №1 після 8 год культивування, молочнокислі мікроорганізми продовжували зростати – тобто чітко спостерігається діаксія. Після споживання глюкози мікрофлора почала засвоювати лактат. Однак повного вичерпування лактози не відбулося. Було встановлено, що через відсутність глюкози мікрофлорою даної композиції у середовищі №1 було утилізовано 77 % лактози, тоді як у варіантах поживних середовищ №2 та №3 – лише 50 % та 52 %. Поясненням цього є використання лактобактеріями як джерела енергії лактози.

Загалом, аналіз приросту нагромадження клітин лактобактерій свідчить, що вміст у середовищі джерела вуглеводів є лімітуючим фактором для їхнього розвитку.

За результатами проведених дослідів встановлено, що збільшення концентрації глюкози та постадійне внесення вуглеводу у поживне середовище призводить до активнішого нагромадження всіх складових закваски. Але враховуючи те, що наприкінці 12 год культивування спостерігали 100 % утилізацію вуглеводу, то було прийнято рішення зменшення лактози до 0,7 % та збільшення глюкози до 1,6 % при постадійному внесенні: на початку культивування 1 % та після 6 год ще 0,6%.

Мікрофлора розробленої заквашувальної композиції представлена термофільними та мезофільними мікроорганізмами, які різняться темпами росту та енергією кислотоутворення. Тому спільне культивування є більш складним, ніж роздільне. Однак роздільне приготування двох бактеріальних культур ускладнює роботу у виробничому процесі та потребує значніших витрат на їхнє отримання.

Проте у світовій практиці виготовлення бактеріальних препаратів часто використовують окреме виготовлення різних видів культур та їхнє змішування у необхідних пропорціях. У зв'язку з цим, перед нами стояло завдання визначити спосіб нагромадження біомаси заквашувальної композиції. Для цього розглядали 3 варіанти:

№1 – нарощування мезофільних лактококів виду *L. diacetylactis* як складових заквашувальної композиції за температури $(30\pm1)^\circ\text{C}$;

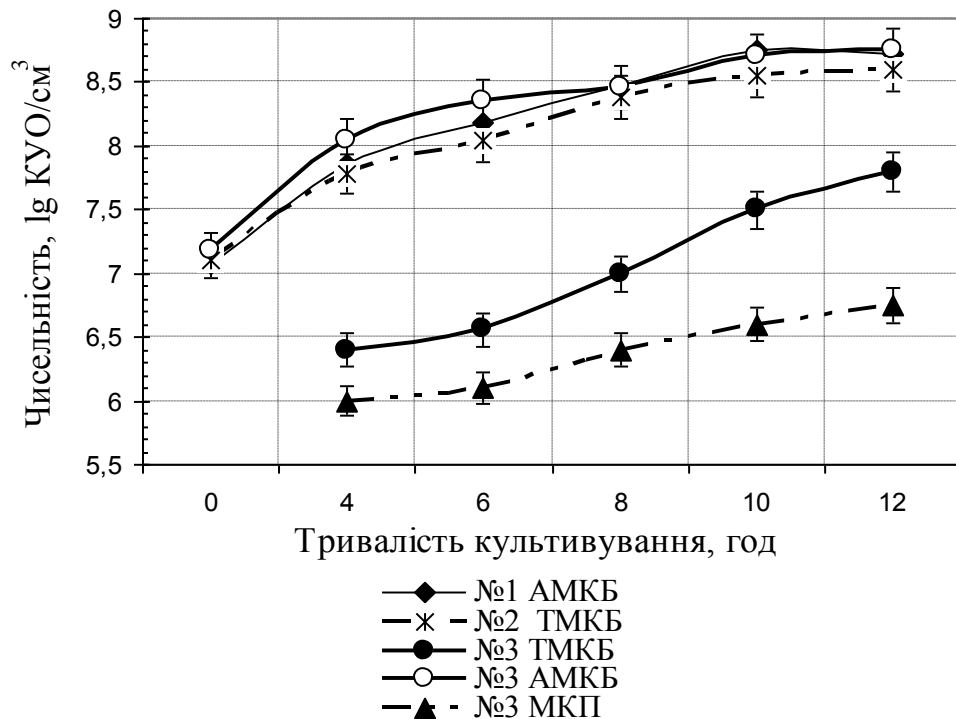
№2 – нарощування термофільних мікроорганізмів видів *S. thermophilus* та *L. bulgaricus* як складових заквашувальної композиції за температури (37 ± 1) °C;

№3 – поетапне внесення інокуляту мезофільних і термофільних молочнокислих бактерій та диференційовані температури культивування: на першому етапі нарощування мезофільних бактерій за температури (30 ± 1) °C упродовж 4 год, на другому – спільне нарощування за температури (34 ± 1) °C впродовж 8 год. При цьому кількість посівного матеріалу *L. diacetylactis* становила 3 %, а *S. thermophilus* та *L. bulgaricus* – 2 % зі співвідношенням між штамми 0,8:1,2.

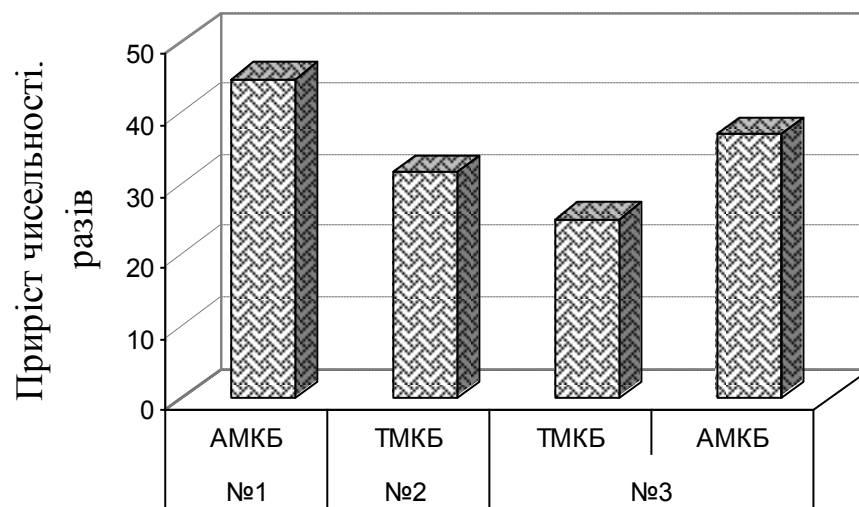
Вирощування всіх варіантів заквашувальних композицій у поживних середовищах проводили упродовж 12 год із нейтралізацією середовища аміаком кожні 2 год.

Було встановлено переваги спільного культивування (варіант №3), яке забезпечувало нагромадження вмісту загальної чисельності термофільних мікроорганізмів та ароматоутворювальних лактококів впродовж 12 год до 7,80 та 8,75 КУО/см³ відповідно (рис. 4.10а). Однак нарощування термофільних молочнокислих бактерій лише впродовж 8 год за спільного культивування не забезпечувало достатній рівень болгарської палички, яка є активним кислотоутворювачем та доповнює смако-ароматичний букет. Приріст клітин був менше як на порядок.

Водночас окреме нарощування мезофільних та термофільних лактобактерій дозволило нагромадити максимальну кількість клітин за 12 год, до рівня lg 8,75 і 8,60 КУО/см³ відповідно у варіантах №1 та №2. Кількість *L. diacetylactis* у варіанті №1 була найбільшою, оскільки клітини цих бактерій зросли в 44,7 разів. Спільне культивування (варіант №3) було впродовж 8 годин було не достатнім для термофільних мікроорганізмів та потребує збільшення тривалості культивування. За цей період спостерігали приріст їхньої чисельності лише у 25 разів. За цього способу нарощування чисельність ароматоутворювальних лактококів зростала у 37 разів. За умови окремого нарощування термофільної лактофлори зафіксовано зростання чисельності клітин на кінець досліду у 32 рази (рис. 4.10б).



а)



б)

Рис. 4.10. Нагромадження біомаси заквашувальної композиції за культивування (а) та приріст чисельності (б) за різних способів нарощування складових заквашувальної композиції:

№1 – нарощування мезофільних ароматоутворювальних лактококів *Lactococcus diacetylactis* B-7451+ B-7452;

№2 – нарощування термофільних мікроорганізмів *Streptococcus thermophilus* B-7450 та *Lactobacillus bulgaricus* B-7453;

№3 – спільне нарощування мезофільних та термофільних мікроорганізмів *Lc. diacetylactis* B-7451+ *Lc. diacetylactis* B-7452+*S. thermophilus* B-7450+ *Lc. bulgaricus* B-7454

Щоб спрогнозувати доцільність та ефективність у майбутньому від використання двох бактеріальних культур мезофільного та термофільного складу, молоко було заквашене культуральними середовищами у різних співвідношеннях у кількості 3 %.

Хоча показник активності росту закашувальної мікрофлори є дуже важливим, але для бактеріальних культур, призначених для виробництва кисловершкового масла, не менш важливою є їхня здатність синтезувати ароматичні сполуки. З огляду на це, дозрілі кисломолочні згустки, отримані сквашуванням різними комбінаціями термофільної та мезофільної основи, аналізували після 1 доби зберігання за вмістом смако-ароматичних речовин та порівнювали їх з ферментованим закашувальною композицією молоком, складові якої наросли спільно у поживному середовищі (табл. 4.7).

Слід зазначити, що ароматоутворювальні характеристики композицій залежали від співвідношення між аромато- та кистотоутворювальними складовими закваски. Як видно з табл. 4.7, за розробленою схемою, різні комбінації мезофільних (№1) та термофільних (№2) культур, у яких співвідношення зсунуті на користь термофільної складової, призводять до зростання вмісту летких органічних кислот – до 323-370 мекв/100 г. Натомість, зниження частки *L. diacetylactis* послаблювало продукування діацетилу, хоча кількість утворених ними летких органічних кислот була високою.

Таблиця 4.7 – Вплив способу культивування закашувальної композиції на якість кисломолочних згустків ($n=3$, $P \leq 0,05$)

Заквашувальна композиція	Доза інокуляту, (співвідношення між штамами)	Вміст діацетилу, мг/100 г	Вміст летких органічних кислот, мкгекв/100 г
1	3 %	0,465±0,03	267±9
2	3 %	0,320±0,01	119±7
3	3 %	0,440±0,02	317±10
№1+№2	3 % (1:1)	0,323±0,02	366±13
№1+№2	3 % (2:3)	0,371±0,02	370±13
№1+№2	3 % (3:2)	0,417±0,02	317±11
№1+№2	3 % (4:1)	0,447±0,03	300±11

Заквашувальна культура, отримана шляхом спільного культивування її складових, за продукуванням ароматичних сполук була практично майже однаковою за змішування заквашувальних культур №1 та №2 у співвідношенні 3:2.

Таким чином, спільне нарощування лактофлори заквашувальної композиції є перспективним, оскільки спрощує технологічний процес одержання біомаси. При цьому за спільного культивування є можливість отримати достатню кількість ароматичних речовин, діацетилу та летких органічних кислот.

Незважаючи на те, що спосіб спільного культивування є ефективним для нарощування бажаного рівня *L. diacetylactis* та термофільних стрептококів, отриманий рівень кількості болгарської палички наприкінці культивування був не достатнім. Враховуючи і той факт, що надалі, у процесі ліофільного сушіння молочнокислим паличкам притаманний нижчий рівень виживання порівняно з лактококами, є необхідність підвищити чисельність *L. bulgaricus*.

Підвищити рівень нагромадження лактобацил намагалися шляхом збільшення кількості інокуляту до 7 % за одночасного внесення мезофільних та термофільних мікроорганізмів та збільшення частки лактобацил у посівному матеріалі за рахунок зниження ароматоутворювальної мікрофлори (варіанти №2,3). Контролем служив варіант №1. Для переконання у правильності вибору способу спільного культивування ще раз перевіряли ефективність окремого нарощування мезофільної та термофільної основи бактеріальної композиції (варіанти №4,5). Доза внесення інокуляту у всіх варіантах – 7 %. Тривалість культивування всіх варіантів заквашувальної композиції – 12 год з періодичним розкисленням аміаком (табл. 4.8).

Після 12 год вирощування у культуральній рідині визначали чисельність клітин та активну кислотність. Представлені у таблиці 4.8 результати чітко вказують на вплив співвідношення між складовими заквашувальної культури в посівному матеріалі на їхню життєдіяльність.

Слід зазначити, що збільшення частки лактобацил в інокуляті сприяло стрімкому росту термофільних мікроорганізмів. Після 12 год культивування чисельність клітин лактобактерій збільшилася у 38-40 разів (варіанти №2,3) у порівнянні з варіантом №1, у якому було зафіксовано приріст клітин лише у 25

разів. Водночас спільне культивування всіх складових заквашувальної композиції призвело до незначного сповільнення росту ароматоутворювальних бактерій. Натомість, приріст клітин у 47 разів, давав змогу накопичити їх лише у 40-43 разів.

Таблиця 4.8 – Вплив складу посівного матеріалу та способу культивування на розвиток складових заквашувальної композиції під час культивування упродовж 12 год ($n=3$, $p \leq 0,4$)

Варіанти	Заквашувальна композиція співвідношення, спосіб культивування	Тем-ра культ-ня, °С	Приріст чисельності клітин, разів		Кінцевий титр <i>L. bulg.</i> , КУО/см ³	рН
			ТМКБ	АМКБ		
<i>Lc. diacetilactis</i> B-7451+ <i>Lc. diacetilactis</i> B-7452+ <i>S. thermophilus</i> B-7450+ <i>Lc. bulgaricus</i> B-7453						
1	(1,5:1,5:0,8:1,2) підсів термофільних бактерій через 4 год	34±1	28,11	47,12	10 ⁶	4,68 ±0,1
2	(1,5:1,5:0,8:1,2) одночасне внесення інокуляту та спільне нарощування	34±1	38,00	42,66	10 ⁷	4,60 ±0,1
3	(1,5:1,5:0,5:1,5) одночасне внесення інокуляту та спільне нарощування	34±1	40,12	40,20	10 ⁷	4,65 ±0,1
4	<i>Lc. diacetilactis</i> B-7451+ <i>Lc. diacetilactis</i> B-7452+	30±1	-	49,00	-	4,81 ±0,1
5	<i>S. thermophilus</i> B-7450+ <i>Lc. bulgaricus</i> B-7453	37±1	36,31	-	10 ⁷	4,60 ±0,1

Слід зазначити, що лише за умови одночасного внесення всіх видів лактобактерій та у разі збільшення в інокуляті частки болгарської палички до 1,2-1,5 частин (варіант №2,3) вдалося на кінець культивування досягти її необхідного вмісту 10⁷ КУО/см³.

Таким чином, спільне культивування всіх складових заквашувальної композиції «КВМ-П»: *Lc. diacetilactis* B-7451 + *Lc. diacetilactis* B-7452 + *S. thermophilus* B-7450 + *Lc. bulgaricus* B-7453 слід проводити за внесення посівного матеріалу у співвідношенні 1,5:1,5:0,8:1,2 для нагромадження біомаси бактеріального препарату.

Окрім того, для активного нагромадження болгарської палички доцільним є збільшення в рецептурі поживного середовища вміст оцтовокислого натрію з 0,5% до 0,7 %.

Для промислового виготовлення бактеріального препарату «КВМ-П» використовували підібране у попередніх дослідженнях поживне середовище, яке забезпечувало розвиток усіх складників заквашувальної композиції. Основу поживного середовища готували на гідролізованому 0,02% протосубтиліном знежиреному молоці (3 %). До його складу збільшили кількість дріжджового автолізу та оцтовокислого натрію відповідно до 0,5 % та 0,7 %, додавали також 1,0 % цитриновикислого натрію, 0,5 % пептону, 0,02 % сірчанокислого магнію 7-водного, 0,02 % сірчанокислого марганцю 4-водного. Після розчинення компонентів встановлювали рН на рівні $(8,0 \pm 0,05)$ од. додаванням 25 %-ного водного розчину аміаку, стерилізували за температури $(121 \pm 1) ^\circ\text{C}$ упродовж 30 хв і охолоджували до температури $(50 \pm 1) ^\circ\text{C}$. Вуглеводи та 0,05 % аскорбінової кислоти як антиоксиданта вносили до простерилізованої та охолодженої гідролізованої основи у вигляді попередньо стерилізованих розчинів.

Щоб підвищити ефективність нагромадження біомаси заквашувальної композиції застосовували опрацьований раніше двостадійний спосіб внесення глюкози. На першій стадії, на початку культивування, вносили 1,0 % глюкози, а решту 0,6 % – через 6 год спільного росту всіх компонентів композиції.

У підготовлене середовище вносили окремо підготовлений посівний матеріал – чисті культури лактобактерій, вирощених попередньо у знежиреному молоці. Інокулят мезофільних бактерій *L. diacetylactis* нарощували у знежиреному молоці з додаванням 1 % лимоннокислого натрію для підвищення його біохімічної активності. Загальна кількість інокуляту – 5 % від об'єму поживного середовища.

Нагромадження біомаси вели за температури $(34 \pm 1) ^\circ\text{C}$ упродовж 12 год за спільного внесення посівного матеріалу. Активну кислотність культуральної рідини підтримували на рівні 6,5-6,6 од. рН. Опрацьовані параметри в лабораторних експериментах було перевірено в промислових умовах на ферментері загальним об'ємом 100 дм^3 та робочим об'ємом 75 дм^3 .

Про інтенсивність нагромадження бактеріальної маси з періодичною нейтралізацією культуральної рідини судили за чисельністю бактеріальних клітин заквашувальної композиції (рис. 4.11), а також за зниженням активної кислотності середовища (рис. 4.13).

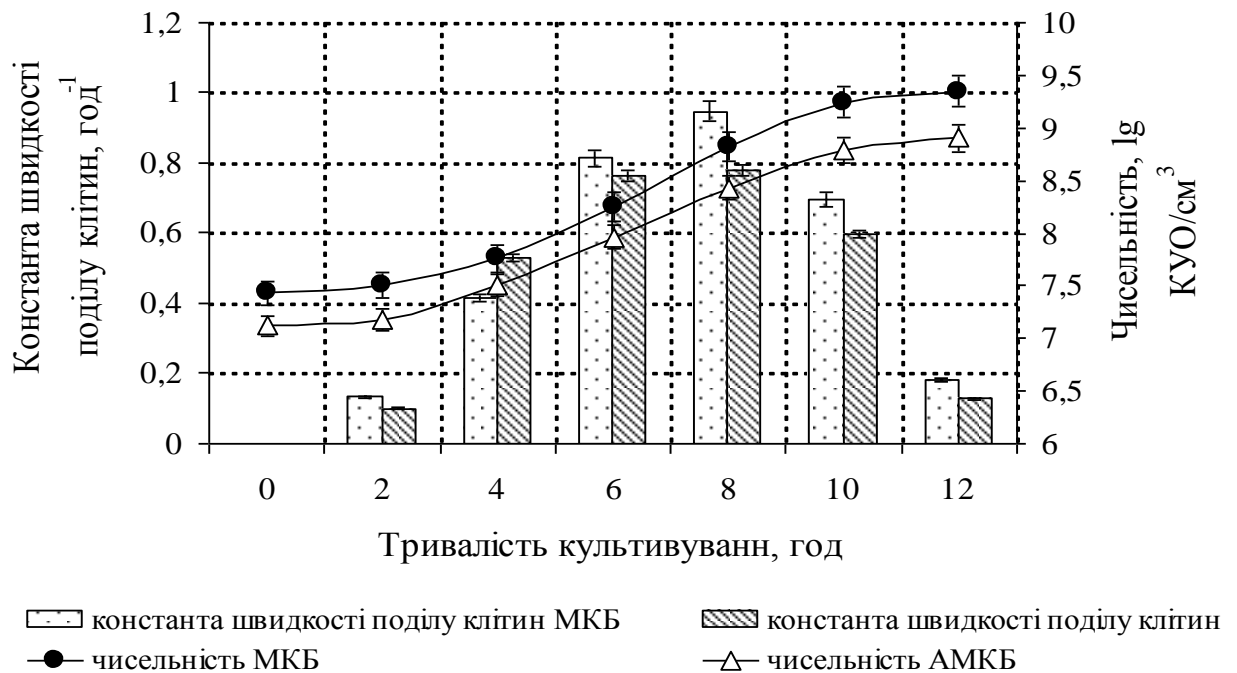


Рис. 4.11. Динаміка росту складових заквашувальної композиції під час культивування упродовж 12 год

Основні параметри росту заквашувальної композиції «КВМ-П» представлено в табл. 4.9. Під час культивування константа швидкості поділу клітин заквашувальної композиції за весь період складала 0,507-0,494 год⁻¹. При цьому тривалість генерації клітин композиції (час, необхідний для одного поділу клітин) відповідно складала 1,97-2,03 год, тривалість латентної lag-фази (T₁) молочнокислих бактерій становила 2,75 год, мезофільних ароматоутворювальних бактерій – 2,37 год (рис. 4.11, табл. 4.9). Максимальна чисельність молочно- та пропіоновокислих бактерій спостерігали на 12 год культивування – відповідно 9,47 lg КУО/см³ та 8,90 lg КУО/см³.

Фаза експоненційного росту загальної чисельності молочнокислих бактерій і ароматоутворювальних лактобактерій збігалась і тривала з 4 до 8 год. У цей період константа швидкості поділу (ν) була найбільшою і коливалася в межах 0,88-0,77 год⁻¹ відповідно з генерацією клітин (g) 1,14-1,30 год. Швидкість

експоненційного росту (питома швидкість росту μ) для МКБ та АМКБ відповідно становила $0,68 \text{ год}^{-1}$, $0,60 \text{ год}^{-1}$.

Таблиця 4.9 – Основні параметри росту заквашувальної композиції «КВМ-П» у промислових умовах виробництва

Склад-ники БК	Урожайність X, КУО/см ³	Константа швидкості поділу клітин $v_{\text{макс}}, \text{год}^{-1}$	Константа швидкості поділу клітин $v, \text{год}^{-1}$	Тривалість латентної lag-фази $T_l, \text{год}$	Термін генерації g, год	$g_{\text{max}}, \text{год}$
МКБ	$(3,0 \pm 0,2) \cdot 10^9$	$0,88 \pm 0,02$	$0,507 \pm 0,01$	$2,75 \pm 0,06$	$1,97 \pm 0,05$	$1,14 \pm 0,04$
АМКБ	$(8,0 \pm 0,2) \cdot 10^8$	$0,77 \pm 0,01$	$0,494 \pm 0,01$	$2,37 \pm 0,05$	$2,03 \pm 0,05$	$1,30 \pm 0,04$

Дослідження утилізації вуглеводів показало, що під час нарощування біомаси упродовж встановленого терміну поживне середовище не потребує додаткового підживлення вуглеводами (рис. 4.12).

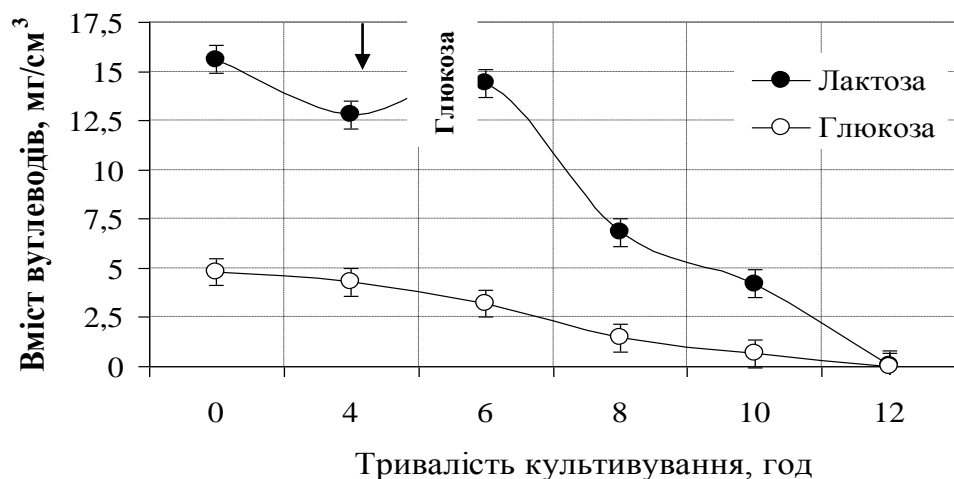


Рис. 4.12. Динаміка утилізації вуглеводів під час культивування заквашувальної композиції для кисловершкового масла

Так, наприкінці культивування вміст глюкози і лактози був повністю вичерпаний. Слід зауважити, що стрімке зростання глюкози після 6 год зумовлене додатковим підживленням середовища цим вуглеводом. Кількість лактози у середовищі знижувалася повільніше. Економічний коефіцієнт, розрахований через відношення біомаси до кількості використаної лактози складав $U_n = (0,08 \pm 0,01)$.

Спостерігаючи за зміною приросту активної кислотності, було встановлено, що її максимальні значення зафіксовані в період активного росту на проміжку

часу від 6 до 10 год та співпадають з інтенсивним споживанням вуглеводів (рис. 4.13).

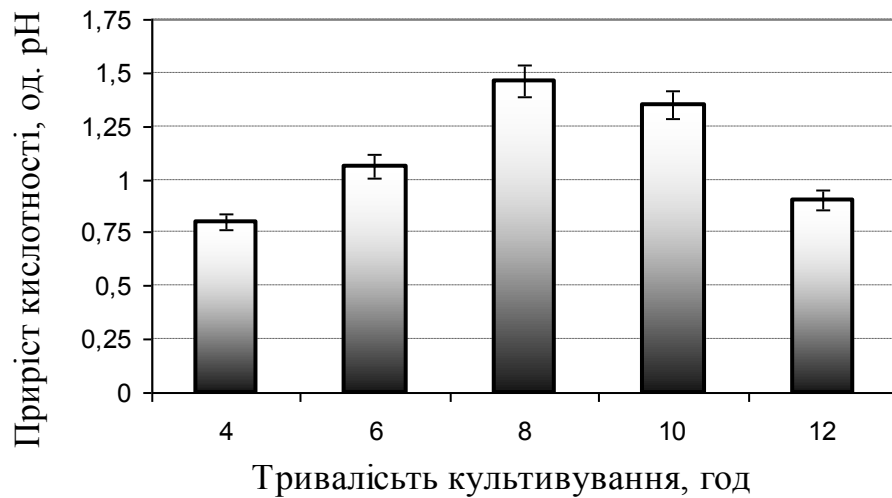


Рис. 4.13. Приріст активної кислотності заквашувальною композицією у поживному середовищі

Після закінчення вирощування культуральну рідину охолоджували до температури (13 ± 1) °C та отримували біомасу шляхом центрифугування.

4.2.3. Підбір захисного середовища для ліофілізації біомаси. Відомо, що найефективнішим способом консервування бактеріальних препаратів з метою максимального збереження життєздатності та біологічних властивостей його складових, є сублімаційне сушіння. Для отримання сухих бактеріальних культур для зниження негативної дії заморожування і наступного сушіння застосовують різні захисні середовища (319-325). Створена заквашувальна культура містить мікроорганізми різних видів з різною стійкістю до ліофілізації. Відомо, що паличкоподібні види бактерій набагато гірше переносять цю технологічну операцію, ніж кокові форми (82, 320-324). Для одержання сухого бактеріального препарату було досліджено вплив на життєздатність бактеріальної маси після ліофілізації 5 захисних середовищ (табл. 4.10). До роботи було залучено сахарозо-желатозне середовище з додаванням 1 % сухого знежиреного молока (№1). До складу інших середовищ було введено такі кріозахисні компоненти: глюкозу та знежирене молоко як складові для прискорення реактивації бактеріального препарату (середовище №2), подвійну кількість желатину та лимоннокислого натрію для підвищення рівня зв'язування вільної води (варіант №3) (199, 322);

фосфати калію та амонію для забезпечення буферної ємності системи та сульфат магнію як стимулятор росту лактобактерій під час реактивації (№4) та середовище з кріозахисними білковими та вуглеводневими речовинами без додавання желатину (№5).

Таблиця 4.10 – Склад захисних середовищ, %

Компоненти	№1	№2	№3	№4	№5
Сахароза	25,0	-	10,0	20,0	10,0
Глюкоза	-	10,0	-	-	-
Желатин	2,5	2,5	5,0	2,5	-
Глутамат натрію	-	-	2,0	-	-
Лимоннокислий натрій	-	2,5	5,0	1,0	5,0
Сухе знежирене молоко	1,0	10,0	-	-	5,0
Калій фосфорнокислий двозаміщений (K_2HPO_4)	-	-	-	1,0	-
Натрій фосфорнокислий однозаміщений (NaH_2PO_4)	-	-	-	1,0	-
Марганець сірчанокислий $MgSO_4$	-	-	-	1,0	-
Вода	до 100 %				

Біомасу клітин, відокремлену від культуральної рідини центрифугуванням, змішували у пропорції 1:2 з цими захисними середовищами.

Отриману суспензію розливали у стерильні кювети шаром не вище $(1,0 \pm 0,5)$ см, заморожували у морозильній шафі за температури мінус (40 ± 1) °C упродовж (16 ± 2) год. Надалі здійснювали сублімаційне сушіння впродовж (18 ± 2) год за таких режимів: початок сушіння за температури мінус (25 ± 2) °C, закінчення – за температури (30 ± 2) °C. Залишковий тиск – не більше 6,65 Па ($0,679 \text{ кгс/м}^2$).

Якість отриманих варіантів бакпрепарату оцінювали за показниками виживання компонентів композиції після ліофілізації та коефіцієнтом розчинності. Ступінь виживання термофільних та мезофільних молочнокислих бактерій у процесі ліофільного сушіння та зберігання, що є складовими бактеріальної композиції, від захисної дії експериментальних середовищ, наведено в таблиці 4.11 (в % до сушіння).

Таблиця 4.11 – Вплив захисних середовищ на виживання мікрофлори бактеріального препарату для КВМ після ліофілізації та їхню розчинність

Варіанти захисного середовища	Ступінь виживання*, %		Індекс розчинності, см ³ сирого осаду
	МКБ	<i>L. diacetilactis</i>	
1	97,0	98,0	0,8±0,1
2	96,4	96,4	1,1±0,1
3	89,4	94,3	1,1±0,1
4	92,8	98,9	0,8±0,1
5	98,0	97,0	0,8±0,1
Контроль (без ЗС)	74,6	86,6	0,5±0,1

* середньоарифметичні значення, n=4; довірчі інтервали: ±1,3 %

Як свідчать результати досліджень, виживання молочнокислих мікроорганізмів за сублімації в значній мірі залежить від складу захисного середовища. Високими кріозахисними властивостями характеризувалися всі середовища для ароматоутворювальних мікроорганізмів, оскільки забезпечували високий ступінь виживання клітин – 94,3-98,9 %. Під час ліофільного сушіння бакпрепарату зберігається близько 89-98 % загальної чисельності молочнокислих мікроорганізмів. Однак препарати з захисними середовищами №3,4 з меншою концентрацією вуглеводу та відсутністю у своєму складі знежиреного молока характеризувалися нижчою захисною дією, оскільки встановлено втрату більшої кількості життєздатних клітин лактобактерій. Ймовірно також і те, що глюкоза справляє менш позитивний ефект на збереження лактобактерій. Однак додаткове введення мінеральних солей (середовище №4) було доволі ефективним для мезофільних лактобактерій. Ймовірно, це пов'язано з додатковим внесенням буферних солей, що стабілізує суспензію та обмежує згубну дію кислоти на мікробну популяцію. Слід відзначити, що середовища №1,4,5 характеризувалися доброю розчинністю – від 0,8 см³ сирого осаду, що є цілком прийнятним для промислових культур.

За результатами мікробіологічних випробувань захисне середовище №1 мало найбільший позитивний вплив на виживання мікрофлори бакпрепарату – близько 97-98 %. Подібні результати було отримано у разі використання захисного середовища №5. Однак використання ЗС №1 дозволяє зберегти не

лиши всі види мікроорганізмів, але й забезпечує одержання бакпрепарату з низьким індексом розчинності – 0,8 см³ сирого осаду.

Окрім того, захисне середовище №1, що містить сахарозу, желатин та знежирене молоко, є простим у приготуванні та економічно вигідним, що надає йому перевагу, і дозволяє його рекомендувати для технології бакпрепарату прямого внесення для виробництва кисловершкового масла.

4.3. Розробка біотехнології бактеріального препарату «КВС-П» для виробництва кисловершкового спреду

4.3.1. Опрацювання складу поживного середовища та умов нагромадження заквашувальної композиції. Оскільки новостворена заквашувальна композиція є полівидовою, до складу якої залучено молочно- та пропіоновокислі мікроорганізми з різними властивостями, необхідним було встановити основні біотехнологічні параметри, які задовольняли б розвиток усіх її складових.

Враховуючи те, що до складу заквашувальної композиції залучено штами з різною оптимальною температурою росту, а саме: мезофільні лакто- та пропіоновокислі бактерії, оптимальна температура росту яких становить 30 °С, та термофільні молочнокислі палички *L. bulgaricus*, що характеризуються вищим температурним оптимумом – 37 °С, було досліджено розвиток всіх представників ЗК за різної температури (рис. 4.14).

За оптимальної температури для розвитку ароматоутворювальних бактерій *L. diacetylactis* та пропіоновокислих бактерій *P. freudenreichii* 3,1 30 °С оптична густина клітин складала 0,070-0,085 од. Культивування за температури 34 °С також давало змогу нагромадити значну кількість біомаси цих мікроорганізмів – чисельність клітин зменшилася лише на 13-16 % у порівнянні з вище згаданою температурою. Однак ці втрати не є значними.

Зниження температури з 37 °С до 30 °С негативно позначилася на розвитку *L. bulgaricus*. Зокрема, за 34 °С кількість клітин знизилась на 32 %, а за 30 °С – на 70 % відносно оптимальної температури її розвитку – 37 °С.

Відмічено, що штам мезофільної молочнокислої палички *L. casei* краще розвивався за вищих температур. Так, за розвитку у гідролізованому бульйоні за

температури 37 °С оптична густина клітин була на 27,6 % вищою порівняно з 30 °С. Аналогічно, для мезофільного лактококу *L. lactis* температура 34 °С була сприятливішою для їх розвитку, оскільки оптична густина клітин зростала в 1,3 рази і досягала максимального рівня 0,12 од. Ці результати підтверджуються значеннями активної кислотності (рис. 4.14).

Так, активна кислотність ферментованого гідролізованого бульйону окремими штатами мікроорганізмів досягала максимального рівня за їх оптимальної температури росту. Отримані результати дослідження дали змогу зробити висновок, що спільне культивування для забезпечення розвитку всіх складових заквашувальної композиції необхідно проводити за температури 34 °С.

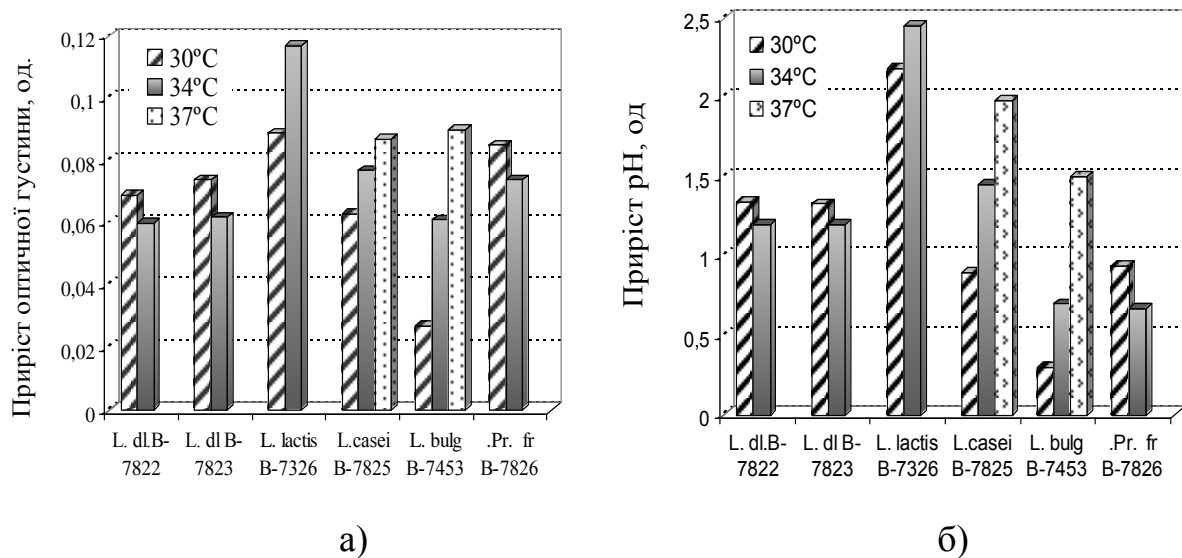


Рис. 4.14. Приріст оптичної густини (а) та зміна активної кислотності після 12 год культивування складових заквашувальної композиції за різної температури

Наступним етапом було дослідження вибору поживного середовища для наросування біомаси заквашувальної композиції «КВС-П». Для цього культивування проводили у попередньо розроблених 4-х ростових середовищах, склад яких наведено у табл. 4.5, проте з додатковим залученням 0,15 % твіну 80.

Культивування заквашувальної композиції (*L. diacetylactis* B-7822+*L. diacetylactis* B-7823+ *L. lactis* B-7326+*L. casei* B-7825+*L. bulgaricus* B-7453+ *P. freudenreichii* B-7826) у поживних середовищах здійснювали у співвідношенні 1:1:1:1:1 між штамами за температури (34±1) °С впродовж 12 год. Інокулят вносили у кількості 5 %.

Інтенсивність розвитку мікроорганізмів заквашувальної композиції у цих поживних середовищах оцінювали за динамікою нагромадження клітин (рис. 4.15) та зміною активної кислотності (рис. 4.16), що здійснювали за умов періодичної нейтралізації культуральної рідини 25 % розчином аміаку.

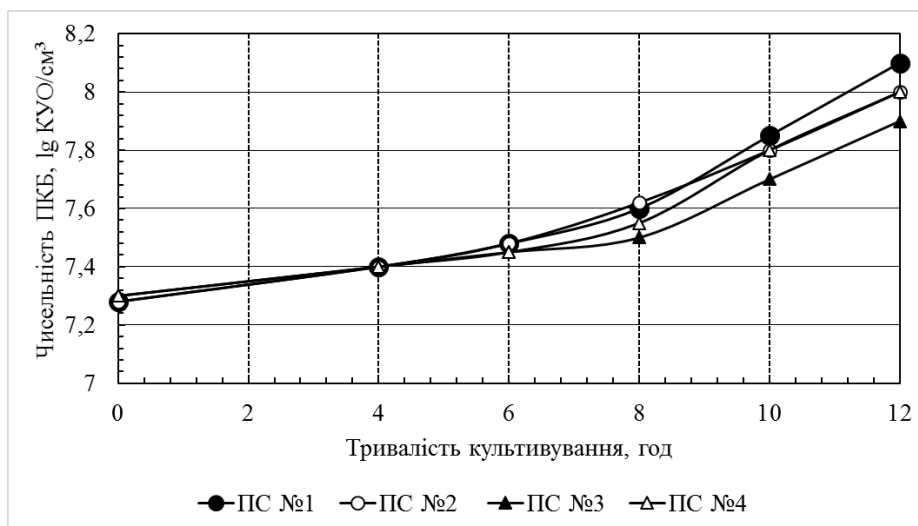
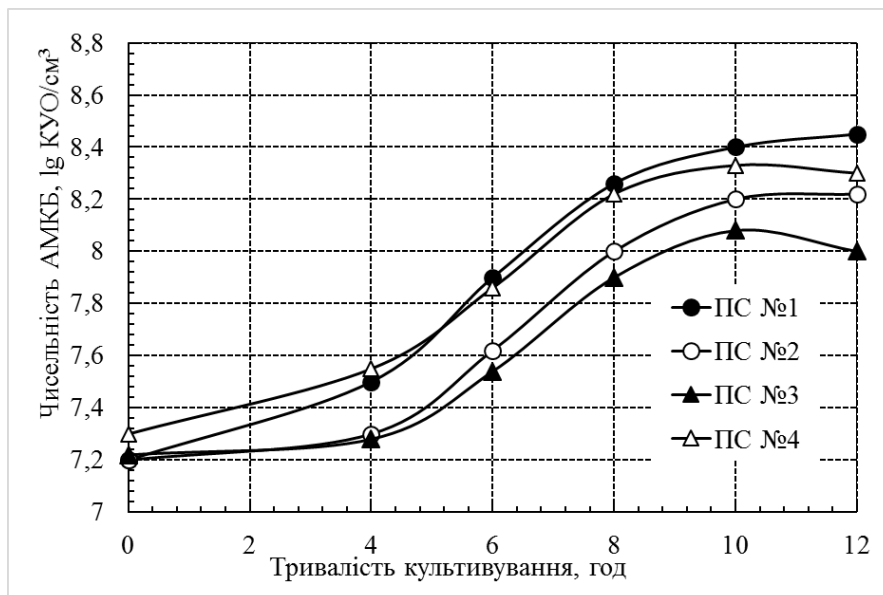
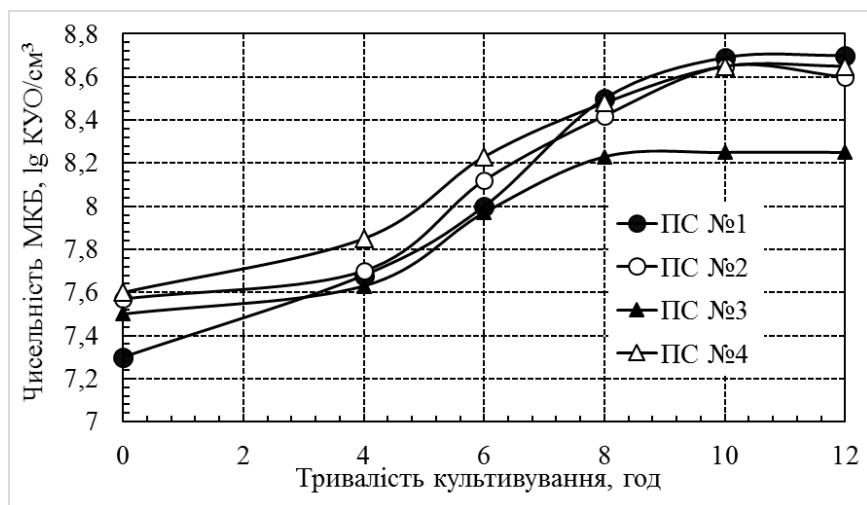


Рис. 4.15. Динаміка росту композиції у поживних середовищах (ПС) за культивування з періодичною нейтралізацією культуральної рідини
МКБ – загальна чисельність молочнокислих бактерій;
АМКБ – ароматоутворювальні молочнокислі бактерії;
ПКБ – пропіоновокислі бактерії

Спостерігали найвищий приріст кислотності у процесі культивування у поживному середовищі №1, у ПС №2,4 приріст активної кислотності дещо був меншим на всіх досліджуваних етапах від ПС №1 і наприкінці 12 год культивування був майже однаковим – 0,57-0,60 од. рН. ПС №3 з використанням як основи 1 % відновленого сухого молока показало найгірші результати за цим показником.

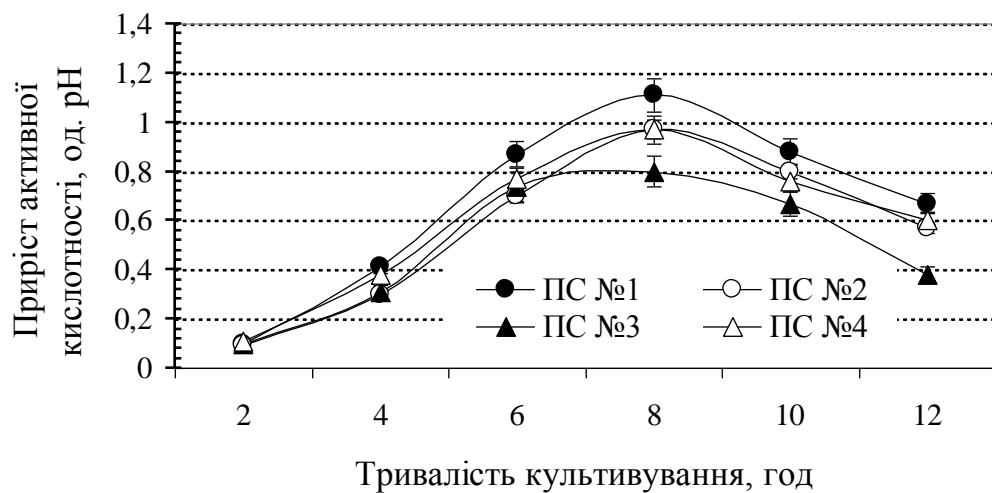


Рис. 4.16. Зміна приросту активної кислотності під час культивування заквашувальної композиції у різних поживних середовищах (ПС)

Аналіз росту всіх складових заквашувальної композиції у поживних середовищах показав, що найефективнішим було ПС №1. Про це свідчать також основні параметри росту заквашувальної композиції, представлені в табл. 4.12. У ньому фаза затримки росту (T_l) була найменшою в ароматоутворювальних лактококів виду *L. diacetylactis* – 2,62 год, тоді як у інших варіантах ПС вона тривала 2,66-3,94 год. Тривалість лаг-фази для МКБ і ПКБ у ПС №1 складала 2,59 год та 5,44 год відповідно. У ПС №4 лаг-фаза для цих мікроорганізмів майже не відрізнялася з ПС №1 і складала 2,61 год та 5,50 год. У поживних середовищах №2 та №3 порівняно з варіантом ПС №1 вона значно відставала для МКБ у 1,3-1,3 рази і тривала 3,28-3,13 год. У цих середовищах ПКБ потребували

порівняно більшого адаптаційного періоду (у 1,1 рази) і лаг-фаза подовжувалася до 5,60-6,00 год. При цьому тривалість генерації клітин зростала порівняно з варіантом №1 для МКБ і ПКБ на 36,0-86,4 % та 14,1-36,5 % відповідно.

За весь термін культивування у ПС №1 константа швидкості поділу клітин (v) для всіх компонентів ЗК мала найвищі показники: для МКБ – $0,39 \text{ год}^{-1}$, АМКБ – $0,35 \text{ год}^{-1}$, ПКБ – $0,23 \text{ год}^{-1}$. Незважаючи на те, що молочнокислі бактерії у ПС №1 після фази затримки росту відносно інших варіантів росли зі швидкістю $v_{\max} = (0,68-0,63) \text{ год}^{-1}$ від 4 до 8 год, загальна врожайність клітин була найвищою після закінчення культивування – $5,1 \cdot 10^8 \text{ КУО/см}^3$.

Таблиця 4.12 – Основні параметри росту заквашувальної композиції

Поживні Середовища	Склад- ники БК	Урожай- ність X , КУО/см^3	¹⁾ Констант а швидкості поділу клітин $v_{\max}, \text{год}^{-1}$	²⁾ Константа швидкості поділу клітин $v, \text{год}^{-1}$	Тривалість латентної lag-фази $T_l, \text{год}$	Термін генерації $g, \text{год}$
№1	МКБ	$5,1 \cdot 10^8$	0,681	0,388	2,59	2,58
	АМКБ	$3,9 \cdot 10^8$	0,631	0,346	2,62	2,89
	ПКБ	$1,2 \cdot 10^8$	0,415	0,227	5,44	4,41
№2	МКБ	$4,5 \cdot 10^8$	0,598	0,285	3,28	3,51
	АМКБ	$1,7 \cdot 10^8$	0,581	0,282	3,60	3,55
	ПКБ	$1,0 \cdot 10^8$	0,332	0,199	5,60	5,03
№3	МКБ	$1,7 \cdot 10^8$	0,498	0,208	3,13	4,81
	АМКБ	$1,0 \cdot 10^8$	0,515	0,216	3,94	4,63
	ПКБ	$8,0 \cdot 10^7$	0,316	0,166	6,00	6,02
№4	МКБ	$4,6 \cdot 10^8$	0,523	0,291	2,61	3,44
	АМКБ	$1,7 \cdot 10^8$	0,556	0,277	2,66	3,61
	ПКБ	$1,0 \cdot 10^8$	0,374	0,194	5,50	5,15

^{1,2)} середньоарифметичні значення, $n=4$ довірчі інтервали: ^{1,2)} $\pm 0,01 \text{ год}^{-1}$, $p \leq 0,5$

Пропіоновокислі бактерії найповільніше росли у ПС №3, основою якого служило знежирене молоко, яке не піддавали гідролізу, зі швидкістю поділу клітин за весь період культивування $0,316 \text{ год}^{-1}$. Використання ПС №2 було менш ефективним для нарощування ароматоутворювальних лактококів, про що свідчать основні параметри росту (табл. 4.12).

Таким чином, найліпшим для культивування заквашувальної композиції визнано поживне середовище №1, базовим елементом якого є знежирене молоко,

гідролізоване протосубтиліном, яке забезпечувало максимальний розвиток усіх складників.

Відомо, що співвідношення між бактеріальними культурами в посівному матеріалі має вплив на їхню ростову активність.

Придатність того чи іншого варіанту композиції до подальшого промислового використання оцінювали за врожайністю всіх її складових. Для цього базовий варіант композиції було модифіковано за рахунок різних співвідношень між штамами молочнокислих та пропіоновокислих бактерій. Заквашування проводили у відібраному поживному середовищі №1 посівним матеріалом у кількості 7%.

Як свідчать отримані дані, варіюванням одним складником, незалежно від штаму навіть у межах одного виду, можна змінити ростову активність заквашувальної композиції в цілому (табл. 4.13).

Таблиця 4.13 – Приріст чисельності заквашувальної композиції в залежності від співвідношення між складниками

№п/п	Співвідношення складників ЗК	Приріст рН, од	Приріст чисельності за 12 год нaroщування, разів		
			<i>МКБ</i>	<i>АМКБ</i>	<i>ПКБ</i>
№1	1:1:1:1:1:1	2,08	47,54	36,98	25,12
№2	1:1:1:1:2:1	2,00	43,88	33,44	24,00
№3	1:1:2:1:1:1	1,83	31,38	29,79	23,00
№4	1:1:1:2:1:1	1,83	29,05	22,57	24,88
№5	1,5:1,5:2:1:1:1	1,92	48,50	40,56	24,04

Дослідження мікробіологічних показників показало, що приріст чисельності пропіоновокислих бактерій у всіх варіантах складав 23,0-25,1 разів. Однак найвищу врожайність лактофлори зафіксовано у композиціях за рівного співвідношення між штамами (ЗК №1) та зі збільшенням частки мезофільних лактококів (ЗК №5). Чисельність молочнокислих мікроорганізмів у них зростала у 47,5-48,5 разів. Поясненням цього може бути вдале співвідношення між штамами, за якого вдається досягти узгодженого росту та збалансованості всіх складових. У решти заквашувальних композицій приріст лактобактерій був значно нижчим і складав 29,1-43,9 разів.

Однак, враховуючи те, що важливо необхідний кислотоутворювальний штам *L. bulgaricus* має вищий температурний оптимум росту та гірше виживає після ліофільного сушіння, доцільним вважали збільшення у посівному матеріалі частки болгарської палички. Отже, для нагромадження біомаси заквашувальної композиції (*L. diacetylactis* B-7822+*L. diacetylactis* B-7823+ *L. lactis* B-7326+*L. casei* B-7825+*L. bulgaricus* B-7453+ *P. freudenreichii* B-7826) слід використовувати співвідношення між штамми 1:1:1:1:2:1.

Хоча склад відібраного поживного середовища дозволяє отримати достатній вихід життєздатних клітин заквашувальної композиції, проте для поліпшення ростових характеристик вибраного поживного середовища №2 на основі гідролізованого молока, був проведений пошук додаткових ефективних і доступних компонентів мінеральних солей, таких як: гідроортофосфат калію K_2HPO_4 ; моноамонію фосфат $NH_4H_2PO_4$; сульфат амонію $(NH_4)_2SO_4$; гідрокарбонат натрію $NaHCO_3$. Щоб перевірити ефективність стимуляторів росту на розвиток складових, заквашувальну композицію культивували за температури $(34 \pm 1)^\circ C$ у поживному середовищі з додаванням 0,1 % солей (табл. 4.14). Солі готували роздільно у вигляді 10 %-их розчинів.

Таблиця 4.14 – Кількість доданих у поживні середовища мінеральних солей

Солі, %	№1(контроль)	№2	№3	№4	№5
K_2HPO_4	–	0,1	0,1	0,1	–
$NH_4H_2PO_4$	–	0,1	–	–	0,1
$(NH_4)_2SO_4$	–	–	–	0,1	–
$NaHCO_3$	–	–	0,1	–	–

У табл. 4.15 наведено результати середніх значень приросту клітин заквашувальної композиції і приросту активної кислотності у середовищах

Таблиця 4.15 – Вплив солей на розвиток заквашувальної композиції

ПС	Приріст рН, од	Приріст чисельності клітин, lg КУО/см ³		
		МКБ	АМКБ	ПКБ
№1	1,37	47,54	36,98	25,12
№2	1,46	48,12	33,11	22,47
№3	1,23	47,18	37,88	23,00
№4	1,39	50,13	39,65	24,88
№5	1,39	46,70	36,66	26,44

Встановлено, що додаткове внесення цих мінеральних солей мало стимулювало ріст ЗК, хоча найефективнішим було використання в складі поживного середовища варіанту солей №4, і призводило до збільшення чисельності клітин лише до 5 %. Приріст активної кислотності у середовищах мало відрізнявся від контролю і складав 1,37-1,46 од. рН. Очевидно, використання даних солей не має практичного значення для розроблюваного середовища.

Дослідження нагромадження окремих складових штамів заквашувальної композиції у обраному поживному середовищі на основі гідролізованого протосубтиліном сухого знежиреного молока з періодичною нейтралізацією культуральної рідини показали, що фаза затримки росту (T_i) для штамів *L. diacetylactis* була майже однаковою і складала $T_i = (2,94-3,15)$ год, для молочнокислих паличок *L. bulgaricus* та *L. casei* $T_i = (2,34$ і $2,65)$ год, для *L. lactis* – $T_i = 2,58$ год (рис. 4.18).

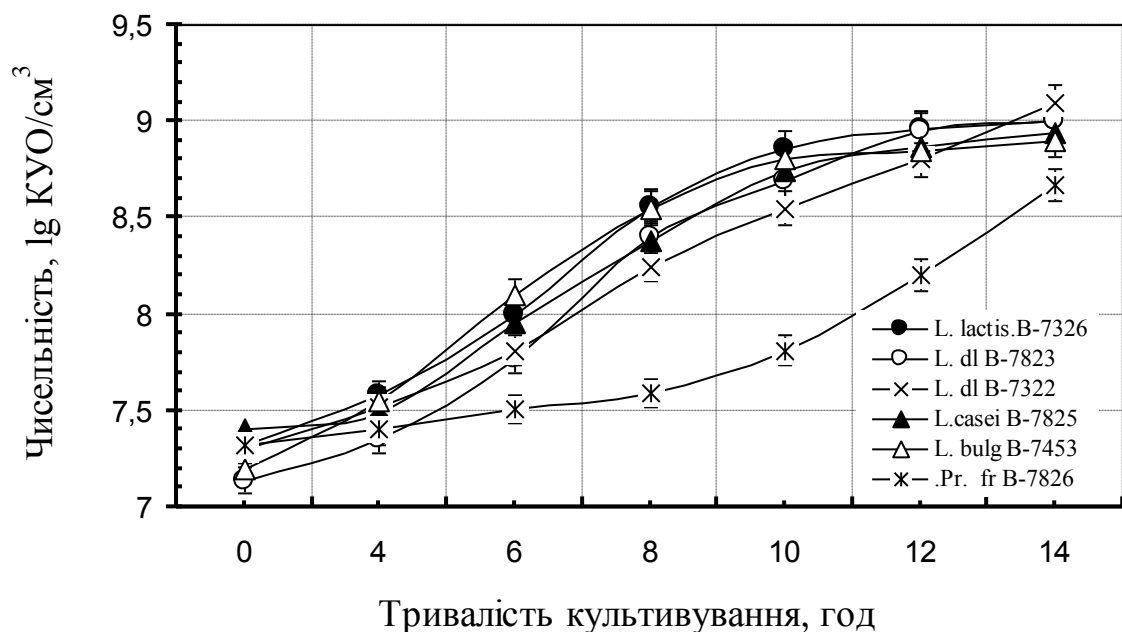


Рис. 4.18. Динаміка росту складових заквашувальної композиції з періодичною нейтралізацією культуральної рідини

У поживних середовищах фаза логарифмічного росту молочнокислих бактерій тривала 5 - 6 год. Константа поділу клітин (ν) була максимальною на проміжку часу 6-8 год і коливалася у межах для *L. diacetylactis* від 0,532 до 0,730 год⁻¹, для *L. casei* від 0,514 до 0,697 год⁻¹. Штами *L. lactis* та *L. bulgaricus* росли з вищою швидкістю поділу клітин у 1,2-1,3 рази 0,698- 0,843 год⁻¹.

Активний ріст мезофільних лактококів відбувається впродовж 10 год культивування, після чого вони переходили до стаціонарної фази. Молочнокислі палички виду *L. bulgaricus* В-7453 переходили до стаціонарної фази уже після 8 год. Очевидно, що для підвищення ефективності процесу нагромадження біомаси цього штаму поживне середовище слід додатково збагачувати поживним джерелом через 6-8 год культивування. На відміну від лактобактерій, штам пропіоновокислих бактерій потребував тривалішого адаптаційного періоду, оскільки лаг-фаза подовжувалася до 6,0 год. Активний ріст у ПКБ відбувався впродовж 14 год.

Для промислового виготовлення бактеріального препарату «КВС-П» застосовувати поживне середовище, основою якого є гідролізоване 0,02 % протосубтиліном знежирене молоко (3 %), яке забезпечувало розвиток усіх складових (табл. 4.5).

Після проведення гідролізу молока протосубтиліном, розчиняли компоненти рецептури поживного середовища (0,7 % пептону, 0,5 % дріжджового автолізу, 1,0 % цитриновокислого натрію, 0,7 % оцтовокислого натрію, 0,02 % сірчанокислого магнію 7-водного, 0,02 % сірчанокислого марганцю 4-водного, 0,15 % твіну-80); встановлювали рН на рівні $(8,0 \pm 0,05)$, стерилізували за температури $(121 \pm 1) ^\circ\text{C}$ упродовж 30 хв і охолоджували до температури $(50 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

Згодом, до простерилізованої та охолодженої основи у вигляді попередньо стерилізованих розчинів вносили 0,05 % аскорбінової кислоти як антиоксиданта, 1 % лактози та 0,5 % глюкози, а решту глюкози (0,7 %) – після 6 год культивування заквашувальної композиції.

У підготовлене середовище вносили посівний матеріал у кількості 7 %. Інокулят окремих штамів лактобактерій готували на знежиреному молоці, пропіоновокислих бактерій – на лактатному середовищі. Культивування заквашувальної композиції проводили за умов періодичної нейтралізації культуральної рідини 25 % розчином аміаком NH_4OH , підтримуючи рН на рівні 6,5-6,6 од.

Перебіг нагромадження біомаси у промислових умовах істотно не відрізнявся від показників, отриманих у лабораторних умовах.

Як свідчать продемонстровані дані на рис. 4.19, під час спільного росту молочнокислих та пропіоновокислих бактерій за умов перемішування з періодичною нейтралізацією культуральної рідини, константа швидкості поділу клітин молочнокислих мікроорганізмів за весь період складала 0,420-0,432.

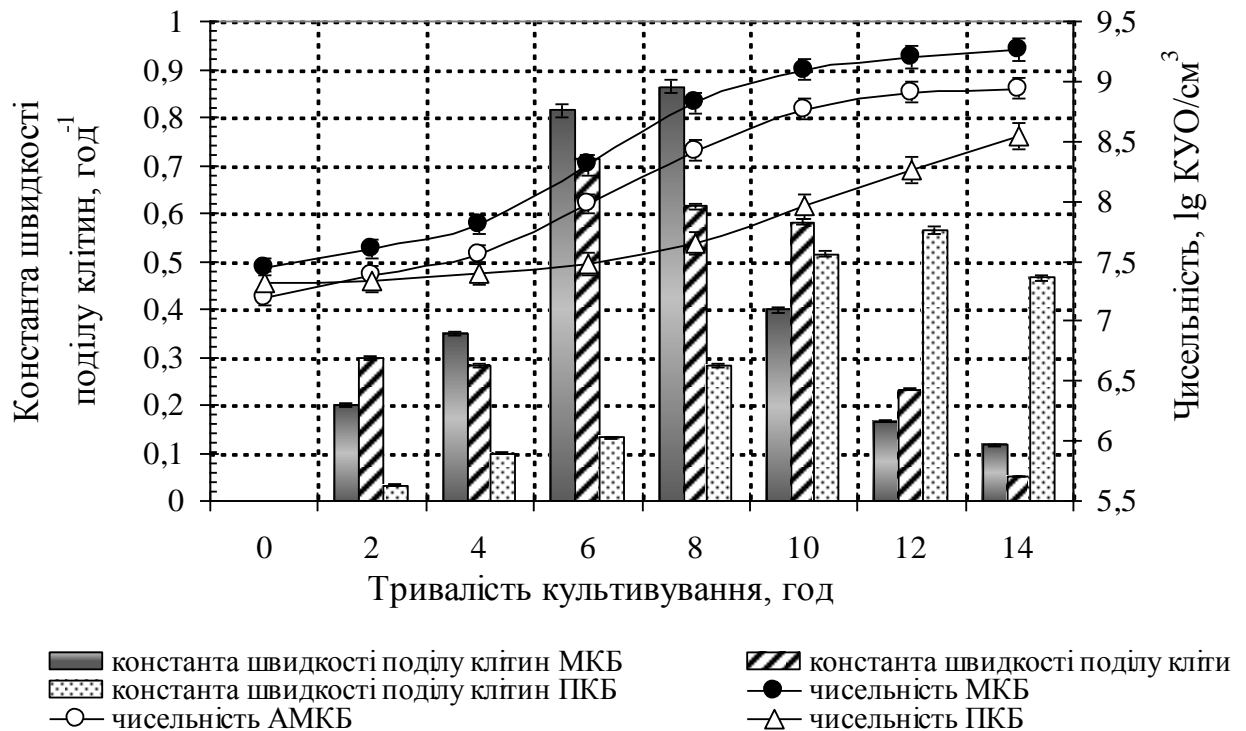


Рис. 4.19. Динаміка розвитку композиції під час культивування у поживному середовищі у промислових умовах виробництва
 МКБ – загальна чисельність молочнокислих бактерій;
 АМКБ – ароматоутворювальні молочнокислі бактерії;
 ПКБ – пропіоновокислі бактерії

При цьому тривалість генерації клітин композиції (час, необхідний для одного поділу клітин) відповідно складала 2,31-2,42 год, тривалість латентної lag-фази (T_l) загальної чисельності молочнокислих бактерій становила 2,38 год, мезофільних ароматоутворювальних бактерій – 2,43 год, пропіоновокислих бактерій – 5,26 год (рис. 4.19, табл. 4.16). Максимальна чисельність молочно- та пропіоновокислих бактерій спостерігали на 14 год культивування – відповідно 9,3 lg КУО/см³ та 8,9 lg КУО/см³.

Фаза експоненційного росту молочнокислих бактерій і ароматоутворювальних лактобактерій збігалась і тривала з 4 до 8 год. У цей період константа швидкості

поділу (v) була найбільшою і коливалася в межах $0,84\text{--}0,72 \text{ год}^{-1}$ відповідно з генерацією клітин (g) $1,19\text{--}1,38 \text{ год}$.

Таблиця 4.16 – Основні параметри росту заквашувальної композиції у промислових умовах виробництва

Складники ЗК	Урожайність X , КУО/см ³	Константа швидкості поділу клітин $v_{\text{макс}}$, год ⁻¹	Константа швидкості поділу клітин v , год ⁻¹	Тривалість латентної lag-фази T_l , год	Термін генерації g , год	$g_{\text{макс}}$, год
МКБ	$(2,7 \pm 0,3) \cdot 10^9$	$0,839 \pm 0,02$	$0,43 \pm 0,01$	$2,38 \pm 0,05$	$2,31 \pm 0,05$	$1,19 \pm 0,01$
АМКБ	$(7,5 \pm 0,2) \cdot 10^8$	$0,723 \pm 0,01$	$0,41 \pm 0,01$	$2,43 \pm 0,05$	$2,42 \pm 0,05$	$1,38 \pm 0,01$
ПКБ	$(3,5 \pm 0,1) \cdot 10^8$	$0,450 \pm 0,01$	$0,28 \pm 0,01$	$5,26 \pm 0,05$	$3,64 \pm 0,05$	$2,22 \pm 0,02$

У пропіоновокислих бактерій константа швидкості поділу (v) була максимальною на проміжку часу $10\text{--}14 \text{ год}$ – $0,45 \text{ год}^{-1}$. При цьому термін генерації клітин становив $3,64 \text{ год}$. Швидкість експоненційного росту (питома швидкість росту μ) для МКБ, АМКБ, ПКБ відповідно становила $0,41 \text{ год}^{-1}$, $0,31 \text{ год}^{-1}$, $0,40 \text{ год}^{-1}$.

Швидкість експоненційного росту (питома швидкість росту μ) для МКБ, АМКБ, ПКБ відповідно становила $0,28 \text{ год}^{-1}$, $0,35 \text{ год}^{-1}$, $0,30 \text{ год}^{-1}$.

Максимальний приріст активної кислотності було зафіксовано у період найактивнішого росту лактофлори з 6 до 10 год та співпадало з інтенсивною утилізацією вуглеводів (рис. 4.17).



Рис. 4.20. Приріст активної кислотності під час культивування бактеріальної композиції у поживному середовищі

Дослідження утилізації вуглеводів показало, що під час нарощування біомаси упродовж встановленого терміну поживне середовище не потребує додаткового підживлення вуглеводами (рис. 4.21).

Слід зазначити, що кількість глюкози у середовищі знижувалася інтенсивніше. Так, на проміжку часу з 6 до 12 год рівень утилізації глюкози був вищим на 10-16 %, ніж лактози.

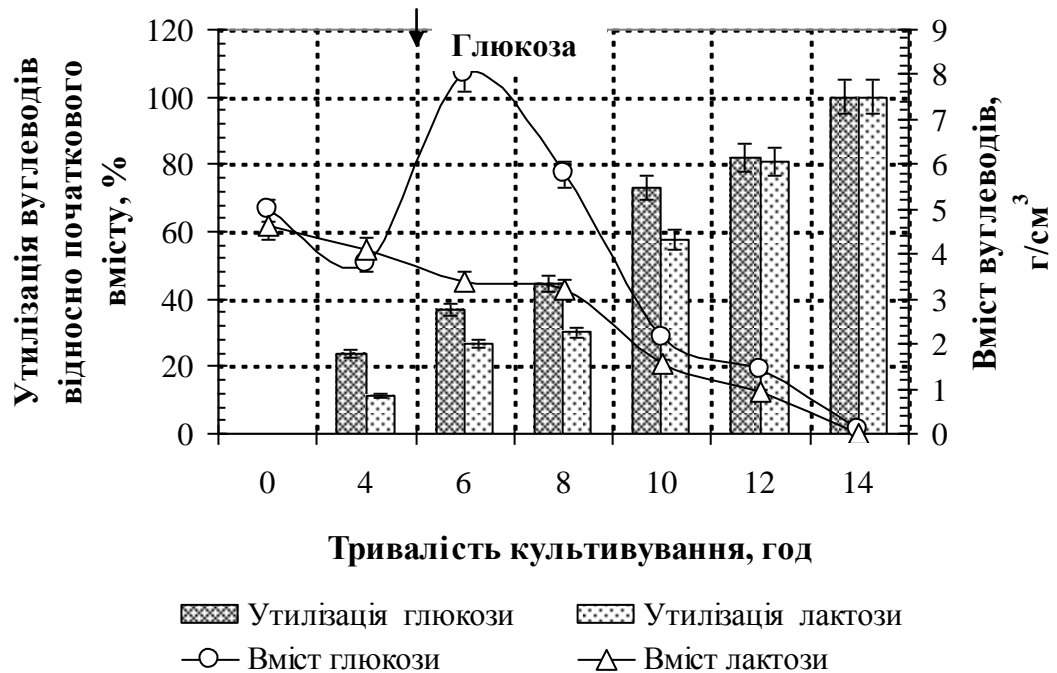


Рис. 4.21. Динаміка утилізації вуглеводів під час культивування заквашувальної композиції для кисловершкового спреду

Наприкінці культивування вміст обох вуглеводів був повністю вичерпаний. Економічний коефіцієнт, розрахований через відношення біомаси до кількості використаної глюкози склав $U_{gl} = (0,10 \pm 0,02)$.

Отже, на основі опрацювання складу поживного середовища і умов культивування лакто- та пропіоновокислих бактерій опрацьовано практичні аспекти біотехнології виробництва полівидового бактеріального препарату.

4.3.2. Підбір захисного середовища. Для вибору ефективного захисного середовища для збереження життєздатності та активності складових мікроорганізмів заквашувальної композиції було використано 4 варіанти ЗС, склад яких наведено в табл. 4.17.

Таблиця 4.17 – Склад захисних середовищ, %

Компоненти	№1	№2	№3	№4
Сахароза	15,0	15,0	-	25,0
Глюкоза	-	-	10	-
Желатин	2,5	2,5	5,0	2,5
Лимоннокислий натрій	5,0	5,0	5,0	-
Сухе знежирене молоко	5,0	10,0	-	10,0
Калій фосфорнокислий двозаміщений (K_2HPO_4)	-	1,0	-	-
Марганець сірчанокислий $MgSO_4$	-	1,0	-	-
Вода	До 100 %			

До роботи було залучено такі кріозахисні компоненти: сахарозу, знежирене молоко – як складові для прискорення реактивації сухої бактеріальної культури та желатин і лимоннокислий натрій – для підвищення рівня зв'язування вільної води (варіант №1), з додатковим внесенням фосфату калію для забезпечення буферної ємності системи та сульфату магнію як стимулятора росту бактерій під час реактивації (варіант №2), середовище з глюкозою, без додавання знежиреного молока (середовище №3) та середовище з кріозахисними білковими та вуглеводневими речовинами з додаванням желатину (№4). Ступінь виживання клітин у процесі ліофільного сушіння у експериментальних захисних середовищах в % до сирової біомаси, наведено в табл. 4.18. Як свідчать результати досліджень, виживання молочнокислих мікроорганізмів за сублімації в значній мірі залежить від складу захисного середовища. Під час ліофільного сушіння бакпрепарату зберігається близько 90-98 % молочнокислих бактерій.

Таблиця 4.18 – Вплив захисних середовищ на виживання мікрофлори бактеріального препарату для КВС після ліофілізації та їхню розчинність

№ захисного середовища	Ступінь виживання, %*			Індекс розчинності, cm^3 сирового осаду
	МКБ	АМКБ	ПКБ	
1	96,5	98,2	98,0	0,8±0,1
2	96,7	98,0	98,0	1,0±0,1
3	90,0	95,2	95,8	1,1±0,1
4	92,6	94,2	98,5	0,8±0,1

* середньоарифметичні значення, n=4; довірчі інтервали: ±1,2 %

Слід відзначити, що всі досліджені захисні середовища забезпечували бактеріальному препарату добру розчинність $-0,8-1,1 \text{ см}^3$ сирого осаду, що є цілком прийнятним для промислових культур. За результатами мікробіологічних випробувань захисне середовище №1 мало найбільший позитивний вплив на виживання як молочнокислих, так і пропіоновокислих мікроорганізмів – 96,5 % та 98,0 % відповідно.

Отже, захисне середовище №1, що містить сахарозу, желатин та знежирене молоко, є простим у приготуванні та економічно вигідним, що надає йому перевагу, і дозволяє його рекомендувати для технології бакпрепарату прямого внесення для виробництва кисловершкового спреду.

4.4. Характеристика бакпрепаратів, отриманих у напівпромислових умовах та визначення умов їхнього зберігання. Враховуючи опрацьовані технологічні режими, у напівпромислових умовах було вироблено бакпрепарати прямого внесення «КВМ-С1», «КВМ-П», «КВС-П». Схему технологічного процесу виробництва ліофілізованих бакпрепаратів представлено на рис. 4.22. Кількість інокуляту – 7 % від об'єму поживного середовища, тривалість нарощування біомаси 12-14 год за температури $(29 \pm 1) ^\circ\text{C}$ при культивуванні «КВМ-С1», полівидових бакпрепаратів «КВМ-П» та «КВС-П» – за $(34 \pm 1) ^\circ\text{C}$. Після завершення культивування заквашувальних композицій, нагромаджену біомасу відокремлювали шляхом центрифугуванням та змішували у пропорції 1:2 із підібраним для кожного бакпрепарату захисним середовищем. Розроблені технології дозволяють одержати бакпрепарати з загальною чисельністю молочнокислих бактерій – від $7,4 \cdot 10^{10}$ до $1,1 \cdot 10^{11}$ КУО/г, високою активністю та швидкістю реактивації: молокозсідална активність – 7,0-8,5 год за температури 30-34 $^\circ\text{C}$ і дози 1 г/дм^3 Бакпрепарати також характеризувалися високими показниками розчинності – $0,7-0,8 \text{ см}^3$ сирого осаду (табл. 4.18).

Таблиця 4.18 – Характеристика ліофілізованих бактеріальних препаратів

Показники	«КВМ-С1»	«КВМ-П»	«КВС-П»
Температура культивування, $^\circ\text{C}$	29 ± 1	34 ± 1	34 ± 1
Вихід сухого бакпрепарату, г/дм^3	6,7	6,4	7,0
Масова частка води, %	$5,0 \pm 0,2$	$5,0 \pm 0,2$	$5,0 \pm 0,2$
Індекс розчинності, см^3 сирого осаду	$0,7 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$
Активність бакконцентрату			

- за (за внесення 1 г на 1 дм ³) при 36 °С, год.	8,5±0,5	8,0±0,5	7,0±0,5
- кислотність через 3 год, °Т	37±2	40±2	42±2
Загальна чисельність МКБ, КУО/г:	(7,4±0,5)·10 ¹⁰	(1,0±0,5)·10 ¹¹	(1,1±0,5)·10 ¹¹
у т.ч. мезофільних ароматоутворювальних	(3,0±0,5)·10 ¹⁰	(8,0±0,5)·10 ¹⁰	(5,5±0,5)·10 ¹⁰
лактобацил	-	(1,0±0,5)·10 ⁷	(1,0±0,5)·10 ⁷
пропіоновокислих бактерій	-	-	(9,0±0,5)·10 ⁹
БГКП (колі форми), в 1 г	відсутні		
Дріжджі та плісняви, в 1 г	відсутні		
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г	відсутні		
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. роду <i>Salmonella</i> , в 10 г	відсутні		
Ступінь виживання МКБ, %	98,6	97,0	96,5
Ступінь виживання ПКБ, %	-	-	98,0

Встановлено терміни зберігання бакпрепаратів за відносної вологості 85 % і температури -(18-20) °С 12 міс та за -(2-6)°С 6 міс, впродовж яких частка втрачених клітин загальної чисельності МКБ, АМКБ, ПКБ складала до 5,5 % та 4,0 % відповідно (табл. 4.19).

Таблиця 4.19 – Здатність до зберігання бактеріальних препаратів

Показники	Термін зберігання бактеріальних препаратів, міс					
	за температури (4±2) °С			за температури мінус (18±2) °С		
	3	6	12	3	6	12
	«КВМ-С1»					
Заг. чисельність, МКБ, КУО/г	6,0·10 ¹⁰	1,8·10 ¹⁰	6,1·10 ⁹	7,0·10 ¹⁰	6,0·10 ¹⁰	2,7·10 ¹⁰
АМКБ, КУО/г	2,5±10 ¹⁰	1,0·10 ¹⁰	3,6·10 ⁹	2,7±10 ¹⁰	2,1·10 ¹⁰	1,5·10 ¹⁰
Активність, год	9,0	9,5	12,5	8,5	9,0	9,5
	«КВМ-П»					
	Заг. чисельність, МКБ, КУО/г	8,5·10 ¹⁰	2,7·10 ¹⁰	4,1·10 ⁹	1,0·10 ¹¹	9,0·10 ¹⁰
	АМКБ, КУО/г	6,7·10 ¹⁰	1,8·10 ¹⁰	9,1·10 ⁹	7,5·10 ¹⁰	7,1·10 ¹⁰
	Активність, год	8,5	9,0	11,0	8,0	8,0
	«КВС-П»					
	Заг. чисельність МКБ, КУО/г	1,0·10 ¹¹	2,2·10 ¹⁰	6,2·10 ⁹	1,0·10 ¹¹	1,0·10 ¹¹
	АМКБ, КУО/г	3,7·10 ¹⁰	1,8·10 ¹⁰	3,5·10 ⁹	5,4·10 ¹⁰	4,4·10 ¹⁰
	ПКБ, КУО/г	7,9·10 ⁹	3,0·10 ⁹	0,8·10 ⁹	9,0·10 ⁹	8,7·10 ⁹
Активність, год	7,5	8,0	10,0	7,0	7,0	7,5

середньоарифметичні значення, n=4; похибка вимірювань не перевищує 5 %

За результатами проведеної роботи розроблено нормативні документи: ТУ У15.5-00419880-14-2010 «Культури заквашувальні для кисловершкового масла», ТІ. додаток Г1. Технологія бакпрепарату «КВМ-П» захищена патентом – Додаток Ж3. Виробництво трьох бакпрепаратів апробовано на Державному дослідному виробництві бактеріальних заквасок УААН, де було вироблено дослідні партії сухих бакпрепаратів прямого внесення. Відповідні акти впровадження представлено у додатку Д1-Д5. У зв'язку з реєстрацією торгової марки всі бактеріальні препарати випускаються під назвою «Іпровіт». Отримані результати досліджень висвітлено у 2 опублікованих роботах у фахових виданнях (273, 292).

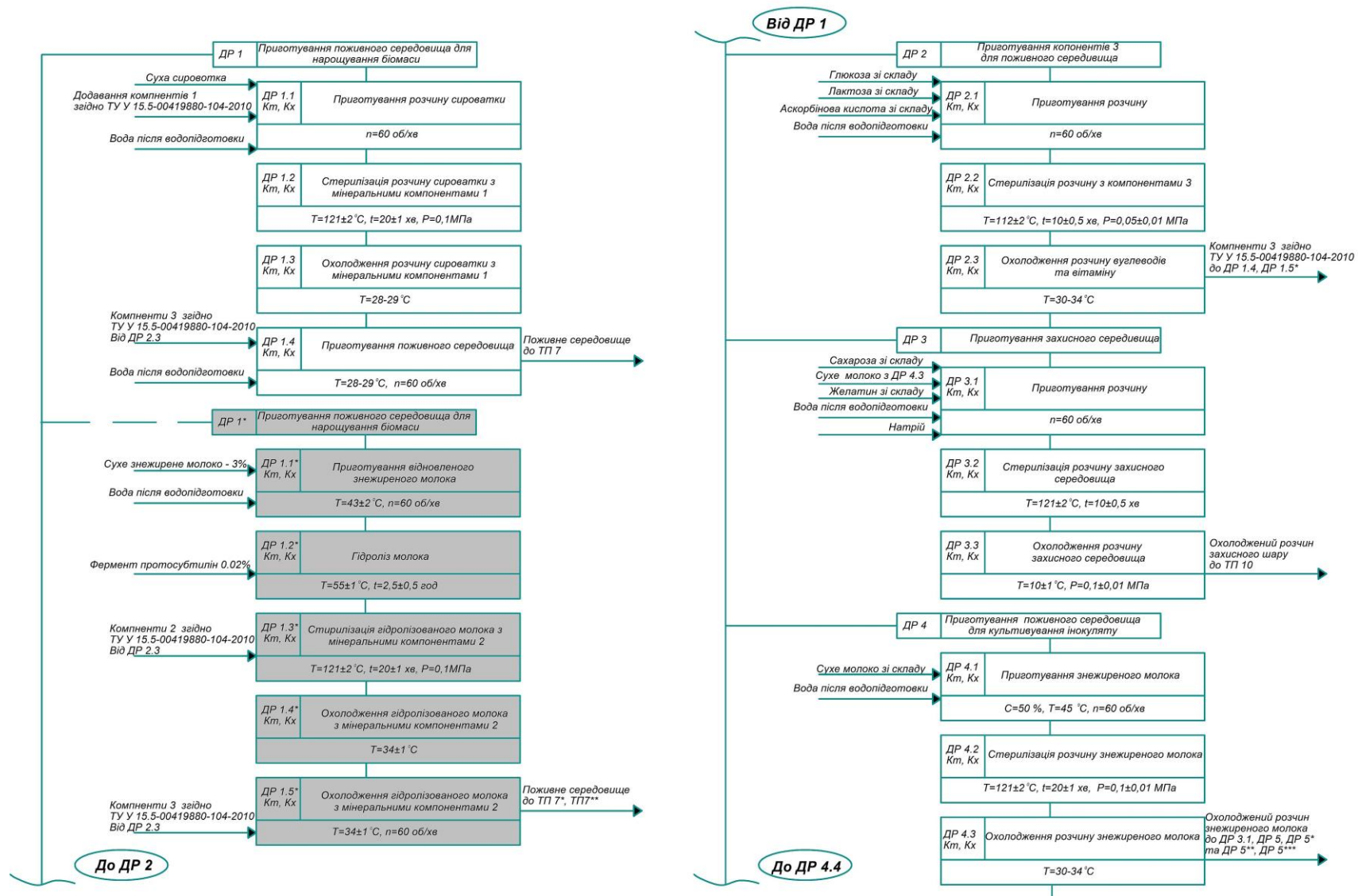
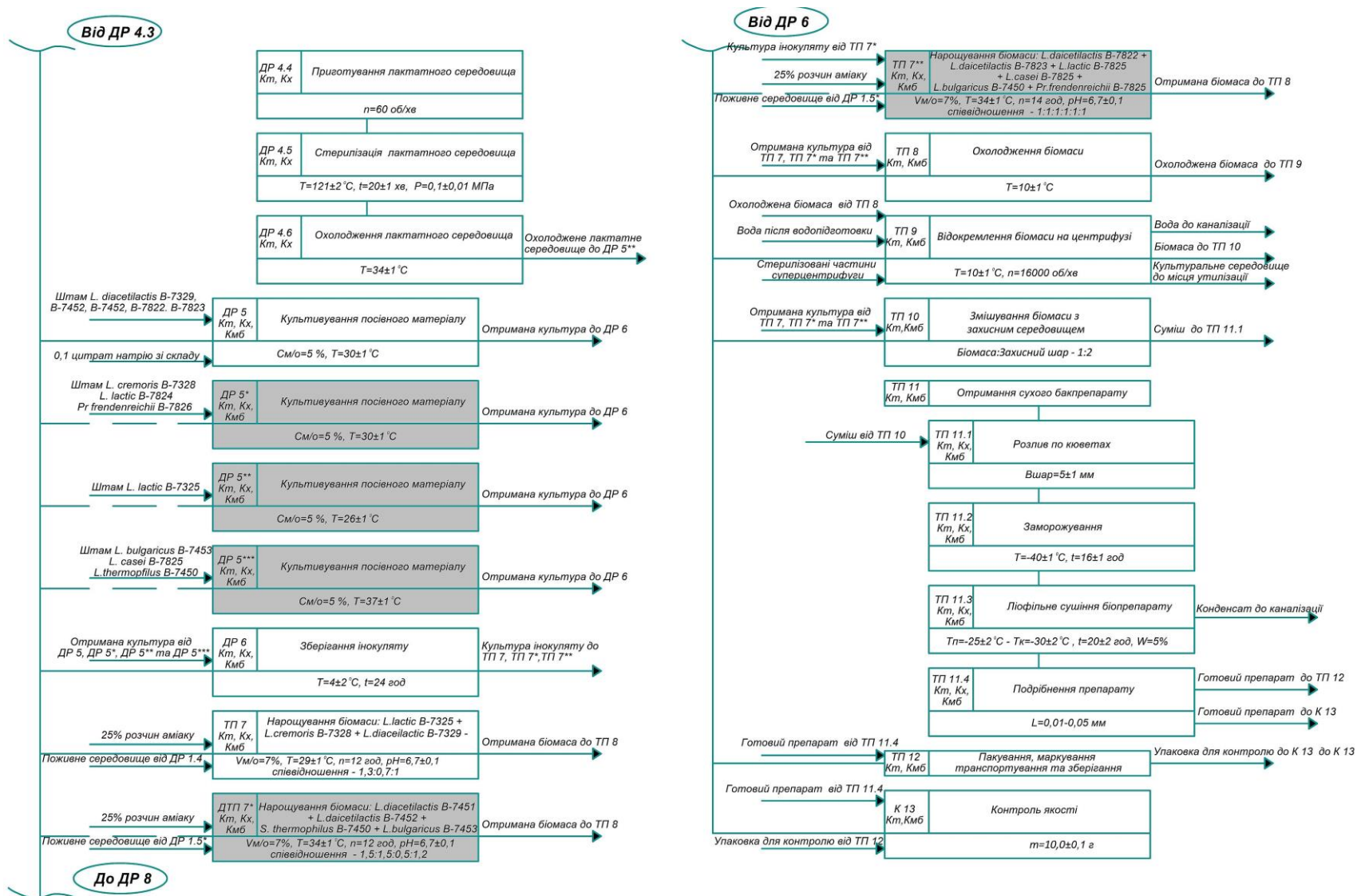


Рис. 4.22. Схема технологічного процесу виробництва бактеріальних препаратів



Продовження рис. 4.22. Схема технологічного процесу виробництва бактеріальних препаратів

Висновки до розділу 4

1. Опрацьовано технологічні режими промислового виробництва бактеріальних препаратів прямого внесення для ферментування жирових систем молочного та комбінованого складу: склад поживного середовища, спосіб підготування інокуляту ароматоутворювальних лактоків, температуру і тривалість культивування заквашувальних композицій, тривалість нарощування біомаси.

2. Підібрано склад захисних середовищ (сахарозо-цитратне та сахарозо-желатозне), яке гарантує виживання не менше 96,5 % клітин бактерій під час сублімації та стабільність під час зберігання.

3. Розроблені технології дозволяють одержати бакпрепарати з загальною чисельністю молочнокислих бактерій – не менше $7,4 \cdot 10^{10}$ КУО/г, високою активністю та швидкістю реактивації: молокозсідальна активність – 7,0-8,0 год за температури (30-34) °C і дози 1 г/дм³.

4. Встановлено терміни зберігання бакпрепаратів за відносної вологості 85 % і температури -(18-20) °C 12 міс та за -(2-6) °C 6 місяців, впродовж яких частка втрачених клітин МКБ та ПКБ складала до 5,5 % та 4,0 %,

РОЗДІЛ 5

ВИЗНАЧЕННЯ СПОСОБІВ АКТИВІЗАЦІЇ ТА ДОЗ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА ТА КИСЛОВЕРШКОВИХ СПРЕДІВ

Специфіка технологій кисловершкового масла та кисловершкових спредів вимагала приділення особливої уваги до визначення способів активізації бактеріальних препаратів до використання, а саме: доз і способу внесення їх у молочно-жирову систему.

5.1. Вибір поживного середовища для приготування закваски з бакпрепарату «КВМ-С1» для виробництва КВМ методом збивання.

Якість закваски у значній мірі залежить від вибору адекватного її ростовим потребам поживного середовища. У зв'язку з цим розглядалась доцільність приготування закваски з бакпрепарату «КВМ-С1» у вершках (м.ч. жиру 20%) та пастеризованому знежиреному молоці в процесі їх ферментування за температури 25 °С, як максимально наближеної до початкової за визрівання вершків. Кількість бакпрепарату для заквашування – 0,1 г/дм³.

Результати біохімічних досліджень свідчать про специфічний відгук лактофлори бакпрепарату на склад ферментованої ним сировини (рис. 5.1).

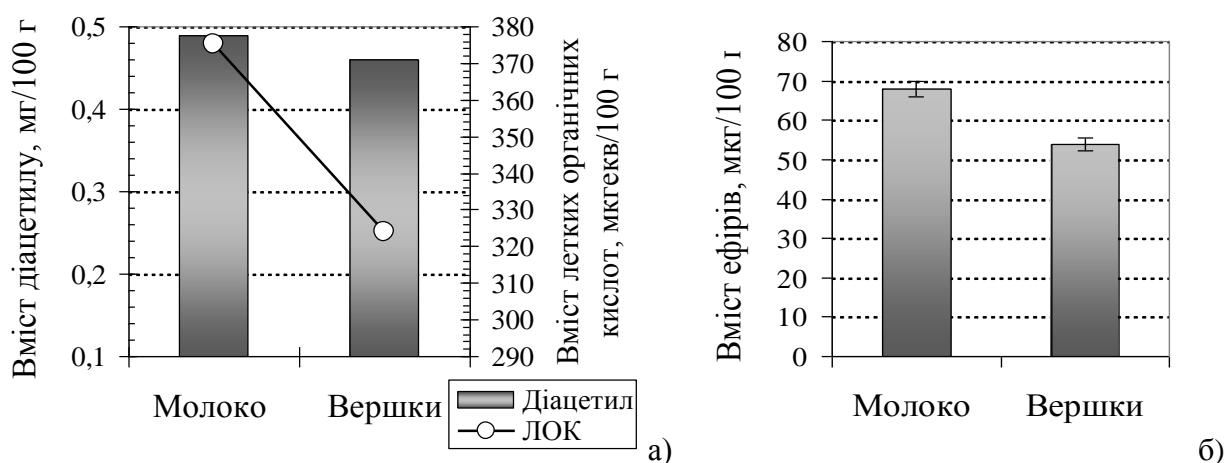


Рис. 5.1. Вплив складу поживного середовища на синтез заквасками для КВМ: а) діацети́лу та летких органі́чних кислот; б) ефі́рів

Так, нагромадження діацети́лу не залежало від складу використаного поживного середовища – (0,46-0,48 мг/100 г), а от кількість синтезованих ефі́рів та летких органі́чних кислот у вершках була відповідно на 20 % та 14 % нижчою, ніж у знежиреному молоці. Загалом, ці дані слід розцінювати як

оптимістичний прогноз стосовно смако-ароматичних характеристик масла, виробленого за участю розробленого бакпрепарату.

Важливим аргументом на користь використання знежиреного молока для приготування закваски є її молокозсідальна активність – 10 год та перевага у сквашеному молоці загальної чисельності МКБ у 22 рази, а АМКБ – у 5,5 разів.

Як відомо, інтенсивний розвиток у знежиреному молоці молочнокислої мікрофлори обумовлений вдалими співвідношеннями в ньому поживних речовин. Висока масова частка жиру у вершках (20 %), обмежений вміст білків, азотистих сполук, вуглеводної фракції та стимуляторів росту робить їх менш сприятливим середовищем для росту, розвитку та життєдіяльності молочнокислої мікрофлори. Отож, і проведені дослідження підтверджують приготування закваски на знежиреному молоці для виробництва для кисловершкового масла.

5.2. Визначення дози закваски та її впливу на якісні показники кисловершкового масла, виробленого методом збивання.

Органолептичні характеристики та якість будь-яких ферментованих молочних продуктів обумовлюються складом заквашувальної мікрофлори. При цьому важливим є визначення оптимальної дози закваски, яка здатна забезпечити необхідну кислотність та смакові якості вершків і кінцевого продукту, але водночас не суперечити економічній доцільності (298).

Досліджено якість зразків КВМ, отриманих сквашуванням вершків (м.ч. жиру 34 %) 1,5%, 2,5 %, 3,5 % закваски, отриманої сквашуванням молока 1 г/10 дм³ молока. Відмічено, що із збільшенням дози закваски від 1,5 % до 3,5 % через зростання вихідної чисельності клітин у вершках з 6,7 до 7,25 lg КУО/см³ скорочується з 30 до 18 год тривалість дозрівання вершків. У всіх варіантах експоненційна фаза розвитку МКБ обмежується 10 год, після чого за використання 1,5-2,5 % закваски розпочинається стаціонарна фаза росту, а при 3,5 % закваски одразу спостерігали відмирання клітин, можливо через те, що їх чисельність досягла свого максимуму (8,1 lg КУО/см³) і у вершках не вистачало доступних для розвитку МКБ поживних речовин (рис. 5.2).

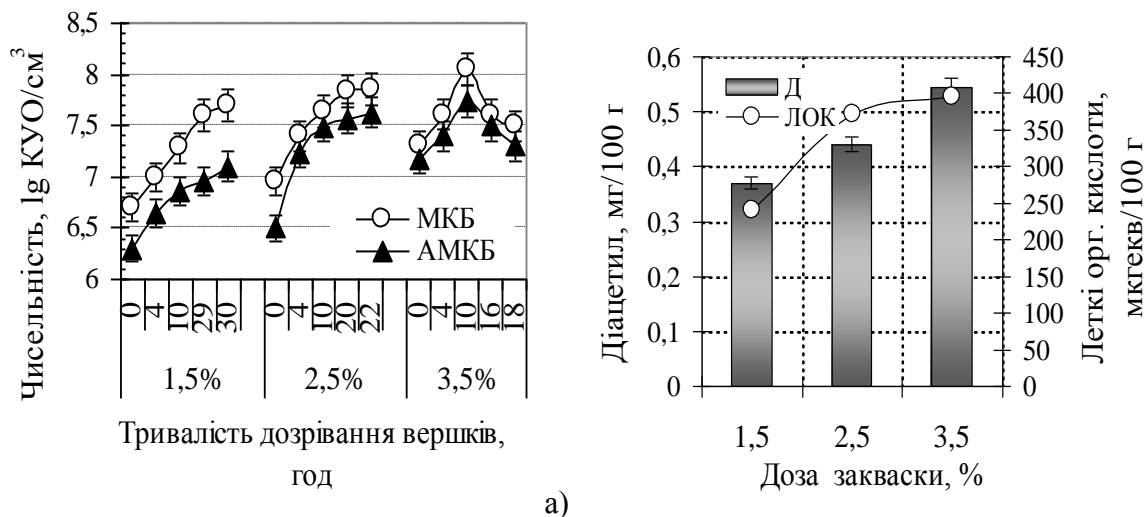


Рис. 5.2. Розвиток заквашувальної мікрофлори (а) та нагромадження смако-ароматичних речовин (б) під час дозрівання вершків:

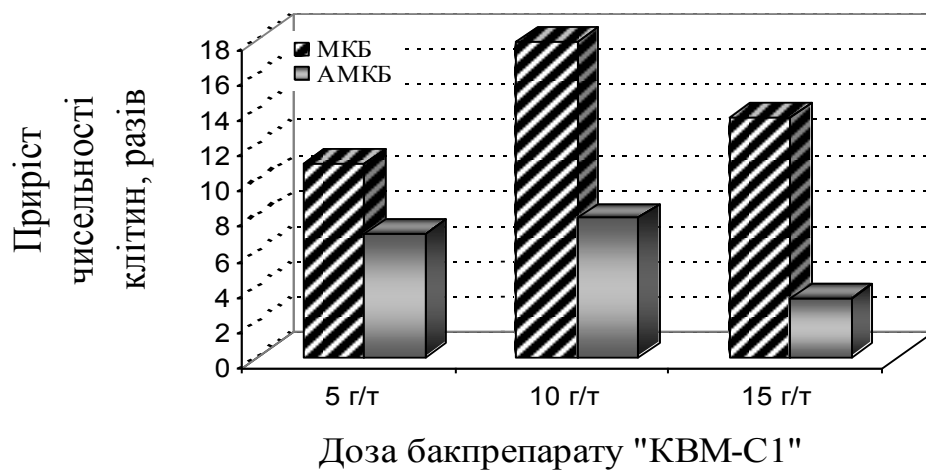
Збільшення дози закваски з 1,5 % до 3,5 % призводить до зростання кількості діацетилу у сквашених вершках із 0,37 до 0,55 мг/100 г при кількості цієї сполуки у незаквашених пастеризованих вершках 0,1 мг/100 г.

Кількість летких органічних кислот порівняно із незаквашеними вершками зростала з 2,8 до 4,7 рази. Сквашування вершків 3,5 % закваски хоча й сприяє незначному підвищенню вмісту діацетилу, летких органічних кислот у маслі, але не покращує його смакові якості (298).

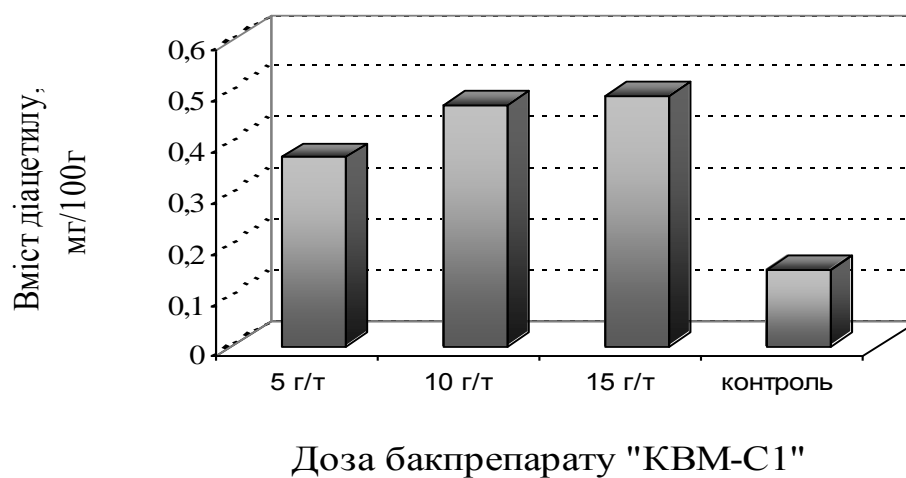
Таким чином, одержані експериментальні дані є достатньо переконливі щодо використання при виробництві КВМ методом збивання 2,5 % закваски на знежиреному молоці.

5.3. Визначення дози бакпрепарату «КВМ-С1» для прямого використання для виготовлення кисловершкового масла методом збивання.

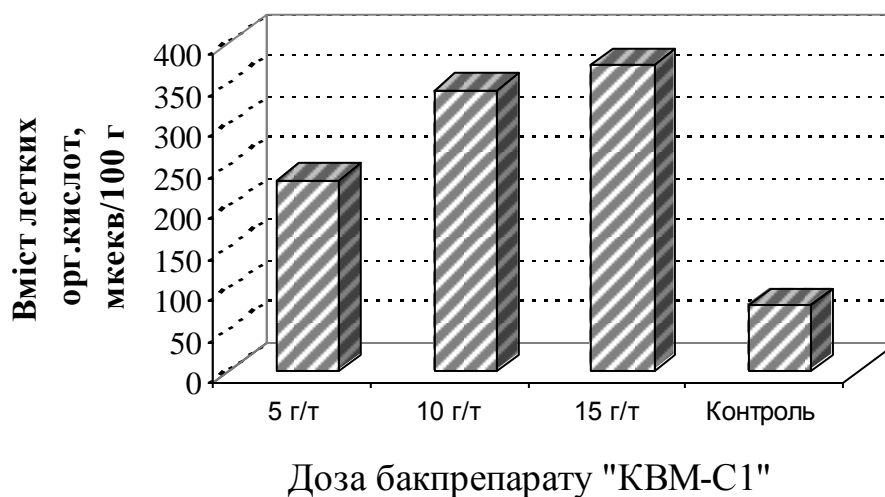
Для виключення етапу підготовки закваски можливе використання попередньо активізованого у молоці сухого бакпрепарату у кількості 10 г/т. Про це свідчать належний перебіг мікробіологічних процесів та біохімічних властивостей вершків (рис. 5.3).



а)



б)



в)

Рис. 5.3. Вплив дози бакпрепарату прямого внесення «КВМ-С1» на розвиток заквашувальної мікрофлори та синтез смако-ароматичних речовин у дозрілих вершках: а) приріст чисельності клітин; б) вміст діацетилу; в) летких органічних кислот

У промислових виробках чисельність клітин у вершках при заквашуванні повинна бути не менше 10^6 КУО/см³.

5.4. Дослідження способу застосування бактеріального препарату «КВМ-П» у виробництві кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ. В останні десятиріччя для виробництва ферментованих молочних продуктів застосовують бактеріальні препарати прямого внесення.

Щоб визначити спосіб застосування бактеріального препарату «КВМ-П» на стадії формування структури КВМ методом перетворення ВЖВ, було проведено експериментальні виробки кисловершкового масла з його використанням:

- №1, №2 – активізація бактеріального препарату у кількості 10 г/т у стерильному знежиреному молоці упродовж 0,5 год та 3,0 год відповідно;
- №3 – внесення 2,5 % закваски, приготованої на знежиреному молоці з бакпрепарату із розрахунку 0,1 г/дм³;
- №4 – активізація бакпрепарату у кількості 10 г/т упродовж 3 год у поживному середовищі наступного складу: 3,0 % сухої молочної сироватки; 0,5 пептону, 0,3 % дріжджового екстракту, 1,0 % цитриновокислого натрію, 0,5 % оцтовокислого натрію, 0,02 % сірчаноокислого магнію 7-водного, 0,02 % сірчаноокислого марганцю 4-водного для уникнення коливань у біохімічному складі молока.

Як контроль використовували солодковершкове масло, виготовлене за традиційною технологією – варіант досліду №5.

Дослідження впливу способів активізації бакпрепарату на кислотність плазми, що є одним із визначальних показників, які впливають на вираженість специфічного смаку та аромату продукту, показали, що спроби використання для виробництва кисловершкового масла активізованого бакпрепарату впродовж 0,5-3 год для скорочення технологічного процесу виявилися невдалими. За такого способу використання титрована кислотність зростала лише на 1,5 °Т порівняно з солодковершковим маслом і складала 20,0-21,5 °Т, що не відповідає показникам для даного виду продукту (рис. 5.4). Унаслідок низької кислотності плазми смак масла не відрізнявся від солодковершкового.

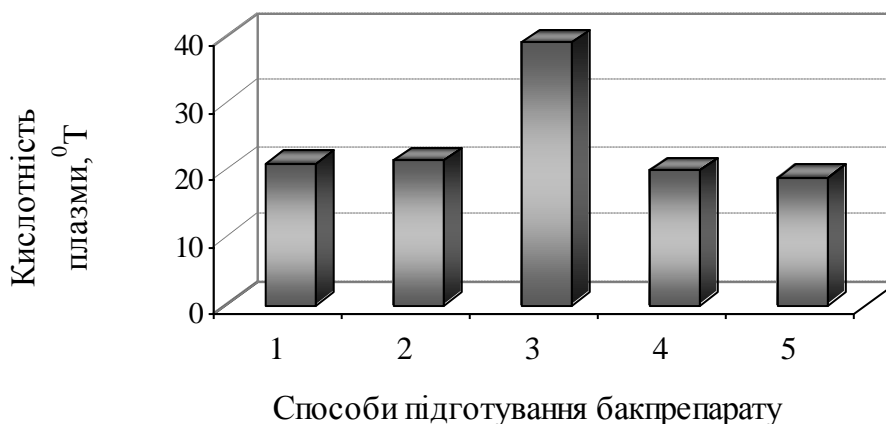


Рис. 5.4. Вплив способу підготування бактеріального препарату «КВМ-П» на кислотність плазми кисловершкового масла

Отже, єдиним і ефективним способом забезпечення необхідної кислотності плазми та специфічних смакових якостей кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ є використання закваски, приготованої з бакпрепарату з розрахунку $0,1 \text{ г/дм}^3$ молока. Враховуючи отримані дані, для виробництва кисловершкових спредів методом перетворення ВЖВ також слід використовувати закваску.

5.5. Опрацювання технологічних режимів підготування закваски для кисловершкового масла та спредів

5.5.1. Вибір поживного середовища для закваски. Наступним етапом роботи було опрацювання технологічних режимів приготування з обраної дози препарату виробничої закваски, оминаючи етап виготовлення материнської та пересадкової заквасок. При цьому важливим є вибір середовища для приготування закваски, від якого залежить активність розвитку та життєдіяльності заквашувальної мікрофлори.

Підготування заквасок здійснювали шляхом сквашування попередньо пастеризованих за температури 95°C впродовж 45 хв різних молочних основ бактеріальним препаратом «КВМ-П» із розрахунку $0,1 \text{ г/дм}^3$.

Порівняльний аналіз технологічних властивостей заквасок, приготованих на молоці, вершках (м.ч. жиру 20%) та сироватці за температури 30°C свідчить про те, що енергійніше кислотоутворення відбувається у знежиреному молоці та молоці з м.ч. жиру 2,5 % (табл. 5.1). Хоча утворення згустків у вершках та сироватці відбувається на 0,5 год

швидше, їхня титровна кислотність не перевищувала 66-68 °Т, тоді як у сквашеному молоці вже сягала 90-92 °Т.

Таблиця 5.1 – Вплив середовища приготування заквасок на їх фізико-хімічні, біохімічні та органолептичні показники

Показники	Середовище культивування			
	Знежирене молоко	Незбиране молоко	Вершки	Сироватка
Титрована кислотність, °Т	98±2	96±2	66±1	68±2
Тривалість сквашування, год	8,5±0,5	8,0±0,5	7,5±0,5	8,0±0,5
Загальна чисельність лактобактерій, КУО/см ³	8,53±0,21	8,73±0,23	8,23±0,22	8,80±0,21
у т.ч. ароматоутворювальних лактобактерій	8,36±0,20	8,53±0,20	8,18±0,32	8,62±0,38
термофільних мікроорганізмів	7,0±0,20	7,3±0,22	7,11±0,29	7,4±0,23
лактобацил	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶
Вміст летких органічних кислот, мкекв/100 г	229,75±6,89	246,39±6,00	169,83±5,22	323,01±12,77
Вміст діацетилу, мг/100г	0,247±0,007	0,326±0,09	0,272±0,08	0,337±0,01

Такі розбіжності пов'язані зі складністю точного візуального визначення моменту сквашування у знежиреному молоці через утворення не щільних згустків.

Цінним аргументом на користь використання молока для приготування закваски для виробництва кисловершкового масла є її молокозсідальна активність у межах 8,0-8,5 год та достатня кількість смако-ароматичних сполук.

Закваска, приготована на вершках, поступалася іншим варіантам за всіма аналізованими параметрами. Зокрема, під час оцінки ароматичних властивостей, було встановлено, що кількість діацетилу та летких органічних кислот був у 1,2 та 1,9 рази меншим, ніж у сквашеній сироватці та в 1,2 і 1,5 рази меншим, ніж у сквашеному незбираному молоці.

Слід зазначити, що закваска, приготована на вершках, відставала не лише за нагромадженням смако-ароматичних речовин, але й не задовольняла показниками титрової кислотності – 66 °Т.

Застосування заквасок, виготовлених на сироватці, хоча і мають переваги у формуванні ароматичних та смакових властивостей масла, проте її використання ускладнюється необхідністю ретельного фагового контролю.

Таким чином, молоко є найпридатнішим середовищем для культивування усіх заквасок. Загальна чисельність молочнокислих бактерій в них коливалася в межах 8,7-8,5 КУО/см³, в тому числі кількість мезофільних ароматоутворювальних лактококів складала 8,5-8,4 КУО/см³, а термофільних мікроорганізмів – 7,0-7,3 КУО/см³. Нагромадження смако-ароматичних речовин сягало: – діацетилу до 0,326 мг/100 г та летких органічних кислот до 246 мкгекв/100 г.

Отже, слід вважати обґрунтованою необхідність приготування закваски у незбираному молоці.

5.5.2. Вплив технологічних режимів виробництва закваски на її ароматоутворення. Температура приготування закваски має істотний вплив на ріст та метаболічну активність заквашувальної мікрофлори. Враховуючи той факт, що до складу полівидових бакпрепаратів «КВМ-П» і «КВС-П» залучено групи лактобактерій з різними оптимумами росту, важливо було створити задовільні умови для розвитку усіх його компонентів. У зв'язку з цим досліджено динаміку розвитку всіх складових бакпрепаратів під час сквашування молока за різних температур та наступного зберігання.

Результати мікробіологічного аналізу показали, що з підвищенням температури сквашування з 30 °С до 37 °С розвиток загальної чисельності молочнокислих бактерій у заквасках, у тому числі ароматоутворювальних лактококів, послаблювався (рис. 5.5). Це пов'язано з тим, що за температурних умов, вищих від оптимальних, ріст мезофільних бактерій як основної частки заквашувальної культури (близько 60 %), сповільнювався.

Культивування за температури 30 °C було найсприятливішим для ароматоутворювальних лактококів *L. diacetilactis*, оскільки давало змогу нагромадити найбільше клітин – до 8,5 lg КУО/см³.

Підвищення температури до 37 °C ініціювало лише ріст чисельності термофільних мікроорганізмів видів *S. thermophilus* і *L. bulgaricus*. Чисельність клітин за 30 °C та 34 °C складала відповідно 7,4 lg КУО/см³ та 7,6 lg КУО/см³, тоді як за температури 37 °C їхня кількість сягала значень до 7,9 lg КУО/см³. Ріст мезофільних ароматоутворювальних бактерій за 37 °C був меншим на 0,5 lg КУО/см³. Скважування молока за температури 34 °C дозволило у більш повній мірі забезпечити розвиток всіх складових мікроорганізмів закваски.

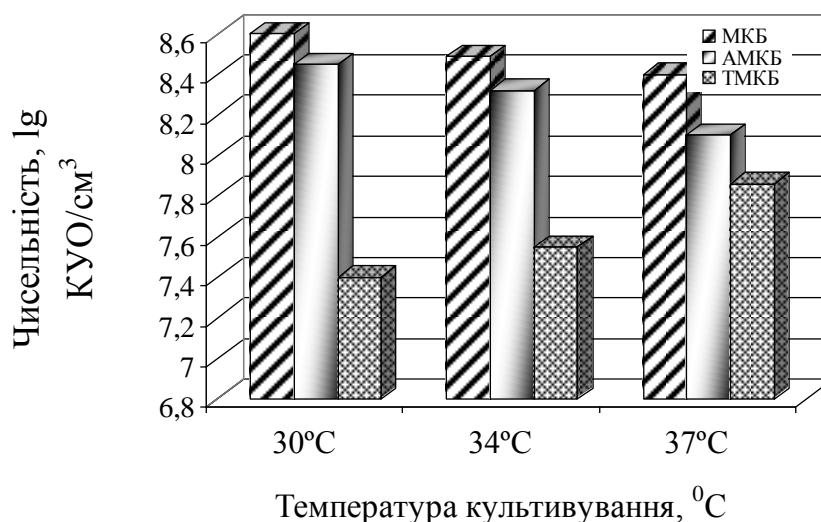


Рис 5.5. Вплив температури на розвиток мікрофлори заквасок:

- а) загальну чисельність мікрофлори; б) титровану кислотність;
в) вміст діацетила; г) вміст летких органічних кислот.

МКБ – загальна чисельність молочнокислих бактерій,
АМКБ – ароматоутворювальні молочнокислі бактерії,
ТМКБ – термофільні молочнокислі бактерії

Із збільшенням температури сквашування, зростала кислотність ферментованого молока (рис. 5.5). Ароматоутворювальні характеристики заквасок також залежали від температури їхнього культивування (рис. 5.6б). Зафіксовано максимальне нагромадження летких органічних сполук (до 327 мкгекв/100 г) та майже удвічі сповільнений синтез діацетила при зростанні чисельності термофільних мікроорганізмів закваски за температури 37 °C.

Максимальна кількість діацетилу під час виготовлення закваски досягається за температури 30 °С – оптимальної для розвитку основних продуцентів цієї сполуки – мезофільних ароматоутворювальних лактококів *L. diacetilactis* (320). Таким чином, перевагою застосування цієї температури для сквашування закваски є збільшення діацетилу, тоді як вищі температури ліпше сприяють нагромадженню летких органічних сполук. Тому для забезпечення достатнього аромато- та кислотоутворення, доцільне приготування закваски за температури сквашування 34 °С (288).

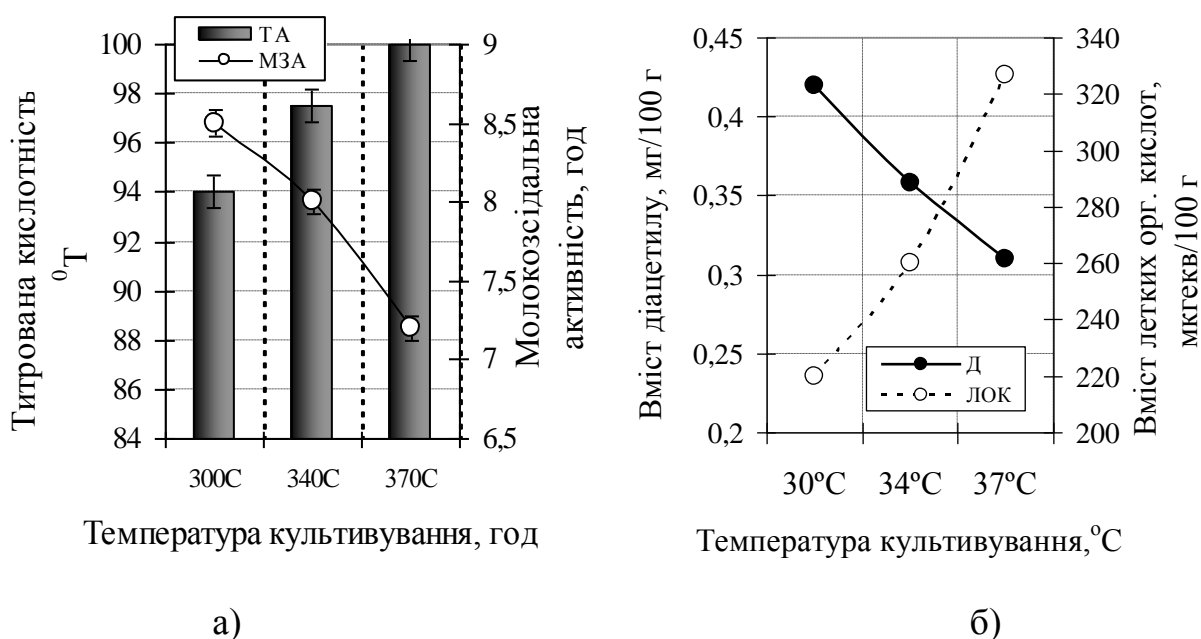


Рис. 5.6. Технологічні (а) та біохімічні (б) властивості заквасок

Досліджено технологічні та біохімічні показники заквасок, приготованих з бакпрепаратів «КВМ-П» та «КВС-П» відповідно для кисловершкового масла та кисловершкових спредів після 12 год зберігання за температури зберігання 6-8 °С (варіант №1,3) та заквасок, що були піддані для накопичення аромату дозріванню за температури 14-15 °С впродовж 4-6 год та наступному охолодженню до температури 4-6 год (варіанти №2,4) (табл. 5.2).

Проведені дослідження показали, що дозрівання заквасок №2,4 підвищувало енергію кислотоутворення до 7 °С у порівнянні з заквасками №1,3, а також сприяло більшому нагромадженню діацетилу та летких органічних кислот в 1,2 рази. Це є важливим для надання цільовому продукту

необхідної кислотності плазми масла з бажаними смаковими ознаками.

Закваски мали чистий, кисломолочний смак та аромат.

Таблиця 5.2 – Технологічні параметри виробництва заквасок та їхня здатність до утворення смако-ароматичних речовин

Показники	Закваски, вироблені із бактеріальних препаратів			
	«КВМ-П» для кисловершкового масла методом ПВЖВ		«КВС-П» для кисловершкових спредів методом ПЖС	
	№1	№2	№1	№2
Кількість внесення бакпрепарату, 0,1 г/дм ³ молока	1,0			
Температура сквашування, °С	33-34			
Температура охолодження заквасок, °С	7±1	14-15	7±1	14-15
Тривалість дозрівання заквасок, год	–	5±1	–	5±1
Титрована кислотність готової закваски, °Т	97±1	103±1	109±1	115±1
Температура охолодження заквасок після дозрівання, °С	–	5±1	–	5±1
Вміст летких органічних кислот, мкгекв/100г	260±4	320±2	367±5	420±5
Вміст діацетилу, мг/100г	0,358±0,05	0,432±0,06	0,410±0,05	0,456±0,06

Таким чином, для приготування закваски для виробництва кисловершкового масла та кисловершкових спредів методом перетворення ВЖВ доцільним є сквашування незбираного молока відповідними бактеріальними препаратами «КВМ-П» і «КВС-П» у кількості 0,1 г/ дм³ за температури 34 °С впродовж 8-9 год та наступне дозрівання за температури 14-15 °С впродовж 4-6 год та охолодженням до температури (8±1) °С для накопичення аромату. У такий спосіб активуються метаболічні процеси, а, отже, й нагромадження необхідного рівня смако-ароматичних сполук.

За результатами проведеної роботи опубліковано 3 статті у фахових виданнях (278, 288, 297).

Висновки до розділу 5

1. За аналізом розвитку заквашувальної мікрофлори, синтезом діацетилу, летких органічних кислот, органолептичної оцінки зразків масла встановлено, що ферментування вершків для виробництва масла методом збивання слід проводити 2,5 % закваски, приготованої у знежиреному молоці з бакпрепаратів «КВМ-С1» з розрахунку 0,1 г/дм³. Можливе також використання попередньо активізованого у молоці сухого препарату у кількості 10 г/т.

2. Встановлено технологічні параметри та середовище для приготування заквасок для виробництва кисловершкового масла та спредів, вироблених методом перетворення ВЖВ та жирової суміші відповідно. Доведено, що єдиним і ефективним способом забезпечення необхідної кислотності плазми при виготовленні кисловершкового масла та спредів методом перетворення ВЖВ є сквашування молока (м.ч. жиру 2,5 %) відповідними бакпрепаратами «КВМ-П» або «КВС-П» у кількості 0,1 г/дм³ за температури (33-34) °С упродовж 8-9 год з наступним дозріванням за температури (14-15) °С упродовж 4-6 год для накопичення аромату та охолодження до температури (8±1) °С. У такий спосіб активуються метаболічні процеси, і, як наслідок, нагромадження необхідного рівня смако-ароматичних сполук.

РОЗДІЛ 6

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ У ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТАХ МАСЛОРОБСТВА ПІД ЧАС ЇХ ВИРОБНИЦТВА ЗА РІЗНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ ТА ВПРОДОВЖ ЗБЕРІГАННЯ

6.1. Дослідження впливу бакпрепарату «КВМ-С1» на формування смако-ароматичних та структурно-механічних характеристик вершків у процесі біологічного дозрівання у виробництві кисловершкового масла методом збивання

6.1.1. Вибір температурного режиму дозрівання вершків. Складовою технологічного процесу виробництва кисловершкового масла методом збивання вершків є їх низькотемпературна обробка. Температурний режим біодозрівання вершків має важливе значення не тільки для накопичення смако-ароматичних речовин заквашувальною мікрофлорою, але й також для формування консистенції масла, оскільки зміна режиму дозрівання вершків визначає характер фазових змін молочного жиру та структурно-механічних властивостей отриманого масла (26,106,119).

Враховуючи необхідність забезпечення активного розвитку заквашувальної мікрофлори та кристалізаційної фази молочного жиру у вершках, використовують наступні температурні режими дозрівання:

- датський (для сировини весняно-літнього періоду року): 19-20 °С (4-6 год) – 15-16 °С (12-14 год) – 7-9 °С (1-3 год);
- альнарпський (для осінньо-зимового): 5-7 °С (2 год) – 19 °С (5-7 год) – 16 °С (10-12 год).

Відомо, що процеси кристалізації молочного жиру залежать безпосередньо від його хімічного складу (співвідношення легко- та тугоплавких жирних кислот). Враховуючи те, що молочний жир в різні періоди року має різний хімічний склад, режими дозрівання вершків повинні корегуватися у відповідності до йодних чисел молочного жиру. Однак дані режими дозрівання орієнтовані на значення йодних чисел молочного жиру колишнього СРСР і не враховують особливості хімічного складу сировини для України (106).

Наразі технологія кисловершкового масла потребує корегування у зв'язку з сезонною специфікою хімічного складу молочного жиру для запобігання вадам консистенції (надмірна твердість, крихкість, ламкість). В Україні літні режими дозрівання обирають за значень йодних чисел більше 34,5, а зимові – менше 34,5 (119,120, 160).

Отже, у виробництві кисловершкового масла точне обрання температурних режимів одночасно вирішує дві задачі: забезпечує кристалізацію молочного жиру та формування властивих йому смаку і аромату.

Насамперед, було перевірено ефективність функціонування створеної заквашувальної композиції №5а за різних температурних режимів дозрівання вершків з м.ч. жиру 33-35 % (табл. 6.1, рис. 6.1). Закваску вносили у кількості 3 % від загальної кількості вершків. У варіантах №5,6, сквашування проводили 1 % закваски, початкова загальна чисельність молочнокислих мікроорганізмів в них становила $4,0 \cdot 10^6$ КУО/см³, *L. diacetylactis* – $1,7 \cdot 10^6$ КУО/см³.

Тривалість витримки заквашених вершків за кожного температурного режиму залежала від активності заквашувальної мікрофлори, а саме швидкості наростання титрованої кислотності вершків до значень не менше, ніж 32-34 °Т, що відповідає 50 °Т плазми з урахуванням масової частки жиру вершків згідно розрахунку, наведеному у (74).

Динаміка зміни титрованої кислотності за різних температурних режимів має різний характер. Так при застосуванні температурного режиму №1 (табл. 6.1) впродовж перших семи годин зміни титрованої кислотності вершків практично не спостерігається. Це зумовлено неможливістю активного розвитку лактококів за температури 10 °С. Слід відмітити, що лише на 17 год дозрівання було досягнуто значення кислотності вершків 30 °Т, що дещо нижче за бажане, але допустиме. Процес дозрівання був припинений для попередження появи вад консистенції кінцевого продукту. Отриманий зразок масла не мав чітко виражених смаку і аромату, властивих кисловершковому маслу (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Вплив температурних режимів сквашування на фізико-хімічні властивості вершків та органолептичні характеристики масла

Температурні режими	Температурний режим дозрівання вершків	Кількість закваски, %	Тривалість дозрівання, год	Фізико-хімічні властивості			Органолептична характеристика			
				титрована кислотність вершків, °T	титрована кислотність плазми вершків, °T	вміст твердої фази, %	смак та запах	оцінка бали (не>10)	консистенція та зовнішній вигляд	оцінка бали (не>5)
1	10°C -17 год	3	17	30	45	47,03	пустий, невиражений кисломолочний	6	пластична, з наявними дрібними краплями на зрізі, рихла	3
2	15°C (6 год) → 7 °C (8,5 год)	3	14,5	32	48	51,60	чистий характерний виражений кисломолочний	9	однорідна, пластична, щільна з дрібними краплями на зрізі	4
3	20°C (4,5 год) → 7°C (7,5 год)	3	12	34	51	30,30	– // –	9	недостатньо пластична, крихка, ламка з дрібними краплями на розрізі	4
4	8°C (2 год) → 21°C (6 год) → 13°C (8 год)	3	16	34	51	37,18	– // –	10	однорідна, пластична, щільна з дрібними краплями на зрізі	5
5	15°C (16 год) → 7 °C (8 год)	1	24	32	48	54,37	– // –	9	недостатньо пластична, з дрібними краплями на розрізі	3
6	8°C (2 год) → 21°C (10 год) → 13°C (4 год)	1	16	35	55	36,90	– // –	9	однорідна, пластична, щільна з дрібними краплями на зрізі	4
7	21°C (6 год) → 13 °C (4 год) → 8 °C (8 год)	3	18	33	51	36,74	– // –	10	– // –	5

Це свідчить про відсутність або низьку активність процесів ароматоутворення. Застосування температурного режиму №1 потребує внесення у вершки значно більшої, ніж 3%, кількості закваски, що підвищить собівартість продукту. Дозрівання вершків за температури 15 °С, але зі зменшенням дози закваски до 1 % (температурний режим №5) навіть з подовженням до 16 год сповільнило процес дозрівання на 10 год порівняно з використанням 3 % закваски (варіант №2). Показано, що впродовж перших чотирьох годин у варіанті №5 зміни кислотності зовсім не відбувалося, а після 8 год вона зросла лише на 2 °Т. Це свідчить про недостатню кількість внесеної у вершки закваски. Відмічено, що за 7 °С загальна чисельність МКБ збільшилася з $1,5 \cdot 10^7$ до $2,5 \cdot 10^7$ КУО/см³, а для *L. diacetylactis* відбулося її зменшення з $4,0 \cdot 10^7$ до $2,3 \cdot 10^7$ КУО/см³.

У даному варіанті (№5) різниця між оптимальним та необхідним значенням титрованої кислотності становила 10 °Т. Виготовлений зразок масла з цих вершків не мав чітко вираженого аромату і смаку, властивого для кисловершкового масла.

Динаміка зміни титрованої кислотності за різних температурних режимів, відповідно має різний характер (рис. 6.1). Так, при застосуванні температурного режиму №1 впродовж перших семи годин зміни титрованої кислотності вершків практично не спостерігається. Це зумовлено неможливістю активного розвитку лактококів за температури 10 °С. Слід відмітити, що лише на 17 год дозрівання вершків було досягнуто значення кислотності 30 °Т, що дещо нижче за бажане, але допустиме. Процес дозрівання був припинений з метою попередження появи вад консистенції кінцевого продукту.

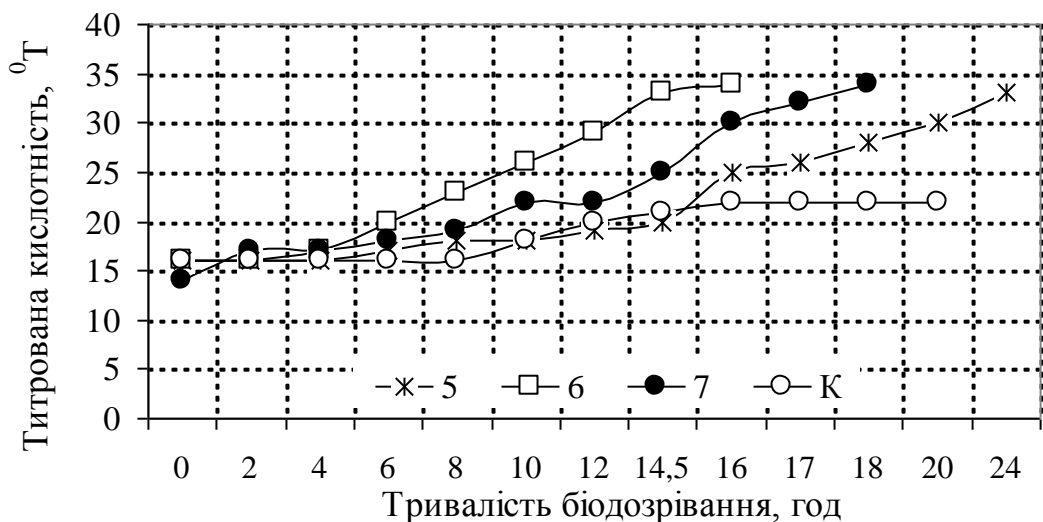
Отриманий зразок масла не мав чітко виражених смаку і аромату, властивих кисловершковому маслу (табл. 6.1), що свідчить про відсутність або низьку активність процесів ароматоутворення. Застосування температурного режиму №1 потребує внесення у вершки значно більшої, ніж 3%, кількості закваски, що підвищить собівартість продукту.

Дозрівання вершків навіть з подовженням до 16 год за температури 15 °С, але зі зменшенням дози закваски до 1 % (температурний режим №5) сповільнило процес дозрівання вершків на 10 год порівняно з використанням 3 % закваски

(варіант №2). Показано, що впродовж перших чотирьох годин дозрівання вершків (варіанти №5) зміни кислотності не відбувалося, а після 8 год спостерігали її зростання лише на 2 °Т. Це свідчить про недостатню кількість внесеної у вершки закваски. Відмічено, що за 7 °С загальна чисельність МКБ збільшилася з $1,5 \cdot 10^7$ до $2,5 \cdot 10^7$ КУО/см³, а для *L. diacetylactis* характерне їх зменшення з $4,0 \cdot 10^7$ до $2,3 \cdot 10^7$ КУО/см³. За вказаного режиму при зміні температур оптимальною різницею між наявним та бажаним значеннями титрованої кислотності є 10 °Т. Виготовлений зразок масла з цих вершків не мав чітко вираженого аромату і смаку, властивого для кисловершкового масла.



а)



б)

Рис. 6.1. Зміна титрованої кислотності вершків впродовж дозрівання за різних температурних режимів: а) №1-4; б) №5-7, К (контроль)

Температурний режим $8^{\circ}\text{C} \rightarrow 21^{\circ}\text{C} \rightarrow 13^{\circ}\text{C}$ (варіант №6), незважаючи на малу дозу закваски (1 %), є сприятливішим для розвитку заквашувальної мікрофлори та накопичення молочної кислоти. Навіть за скорочення тривалості процесу на 8 год у сквашених вершках чисельність молочнокислих бактерій була вищою, ніж за попереднього режиму. Зокрема, відмічено зростання загальної чисельності МКБ з $4,8 \cdot 10^7$ до $1,2 \cdot 10^8$ КУО/см³, а для *L. diacetylactis* – з $2,1 \cdot 10^7$ до $4,3 \cdot 10^7$ КУО/см³. Однак така кількість життєздатних МКБ здатна спровокувати появу вад продукту, отже, значно скоротити термін його зберігання. Тому для попередження цих негативних наслідків необхідно скоротити термін дозрівання вершків за температури 21°C як найближчої до оптимальної для розвитку лактококів. При цьому слід знижувати температуру з 21°C до 13°C за різниці з кінцевим значенням титрованої кислотності вершків не менше 15°C , оскільки при 13°C життєдіяльність мікроорганізмів закваски продовжується.

При застосуванні температурних режимів №4,7 та скороченні тривалості сквашування вершків за 21°C до 6 год титрована кислотність впродовж дозрівання зростала помірними темпами, що дало можливість отримати характерні для кисловершкового масла органолептичні показники з найвищою бальною оцінкою.

Під час дозрівання за режиму №3 кислотність вершків зростала майже лінійно, що свідчить про забезпечення оптимальних умов розвитку для заквашувальної мікрофлори з моменту внесення закваски. Деяке сповільнення спостерігається лише за зниження температури з 20 до 7°C , яке можна пояснити адаптацією мікроорганізмів до нових умов. Слід відмітити також, що досягнення необхідного рівня кислотності усього за 12 год не забезпечило достатньої кристалізації молочного жиру (вміст твердої фази складав лише 30,3 %). Це може спровокувати втрати жиру у склотинах та появу вад консистенції масла внаслідок зміни співвідношення між низько- і високоплавкими тригліцеридами у жировій фракції продукту.

Таким чином, кисловершковому маслу найліпші смакові якості забезпечували такі ступінчасті режими дозрівання вершків (варіанти №2,4,7):

15 °C (6 год) → 7 °C (8-12 год);

8 °C (2 год) → 21 °C (6 год) → 13 °C (4-10 год);

21°C (6 год) → 13°C (4 год) → 8°C (6-10 год).

За цих відкорегованих температурних режимів визначали вміст кристалічної фази у молочному жирі, виділеному із вершків, з яких виготовляли дослідні зразки кисловершкового масла.

Закономірності кристалізації молочного жиру. Ступінь кристалізації молочного жиру визначає характер структури вершкового масла, його реологічні показники – міцність структури, намащуваність, терmostійкість тощо (138). Згідно літературних даних, для мінімізації енергетичних затрат у виробництві вершкового масла частка закристалізованого молочного жиру повинна становити 40 ± 3 % (139).

Отримані дані щодо вмісту кристалічної фази досліджених за різних температурних режимів представлено на рис. 6.2-6.4. При застосуванні режиму №2 – 15 °C (6 год) → 7 °C (8 год) кристалізація відбувалась досить нерівномірно. Найвища швидкість кожної з двох температур спостерігалась упродовж першої години (рис. 6.2).

При дозріванні за 15 °C можна виділити 2 зони кристалізації: 1) стрімке збільшення кристалічної фази (на 18-20 %) – впродовж перших 40 хв;

2) повільна кристалізація – після 1,5 год витримки відбувалась рівномірно без виділення окремих зон.

При дозріванні за 7 °C кристалізація відбувалась досить повільними темпами. Загальне збільшення вмісту кристалічної фази за даної температури у обох зразках становило близько 15 %.

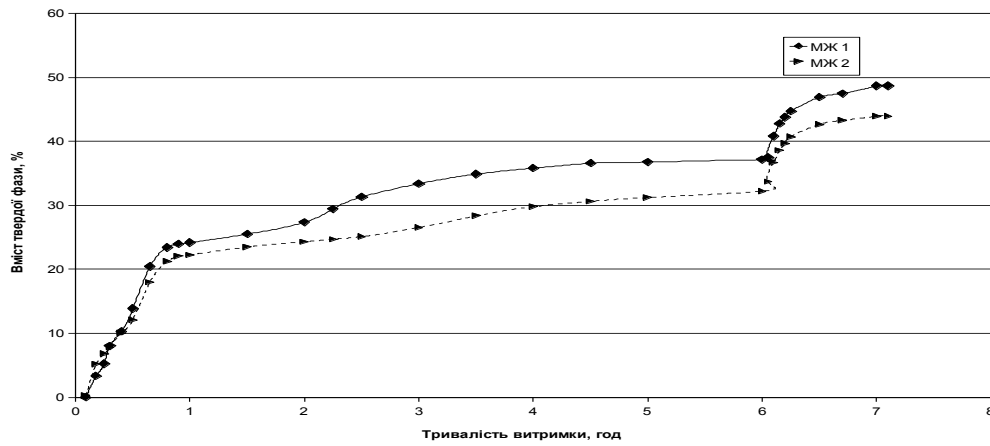


Рис. 6.2. Кристалізація молочного жиру за температурного режиму №2 – 15 °C (6 год) – 7 °C (8 год)

При застосуванні режиму №4 – 8 °C (2 год) → 21 °C (7 год) → 13 °C (13 год) найвищу швидкість зміни вмісту кристалічної фази у зразках за кожної температури спостерігали упродовж першої години дозрівання (рис. 6.3). Однак за 13 °C швидкість кристалізації була нижчою, ніж при 8 °C та 21 °C, на що вказує менший кут нахилу кривої кристалізації до вісі абсцис. Сам процес активної кристалізації тривав не одну, а дві години.

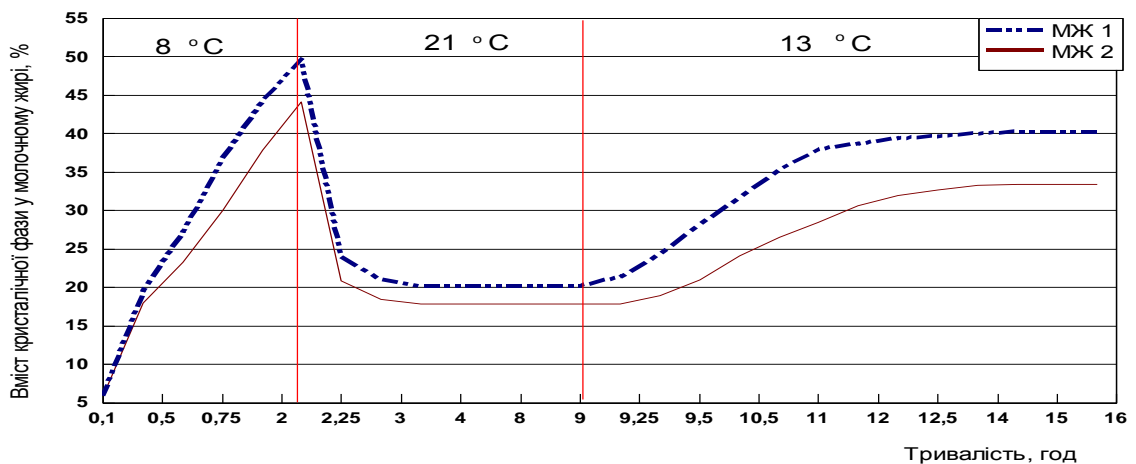


Рис. 6.3. Кристалізація молочного жиру за температурного режиму 8 °C (2 год) – 21 °C (7 год) – 13 °C (7 год)

Найвищий вміст кристалічної фази наприкінці дозрівання було зафіксовано при застосуванні температурного режиму №2,5 (15 °C (6 год) → 7 °C (8 год)) – 51,60-54,37 %. Масло, отримане із вершків, дозрілих за даного режиму, характеризувалось більш твердою та крихкою консистенцією. Тому даний режим для зниження міцності структури слід використовувати у весняно-літній період.

За температурного режиму №7 – 21 °С (6 год) – 13 °С (4 год) – 8 °С (6 год) на початку кожної температури спостерігали різке збільшення твердої фази впродовж однієї години з наступним рівномірним затвердінням молочного жиру (рис. 6.4).

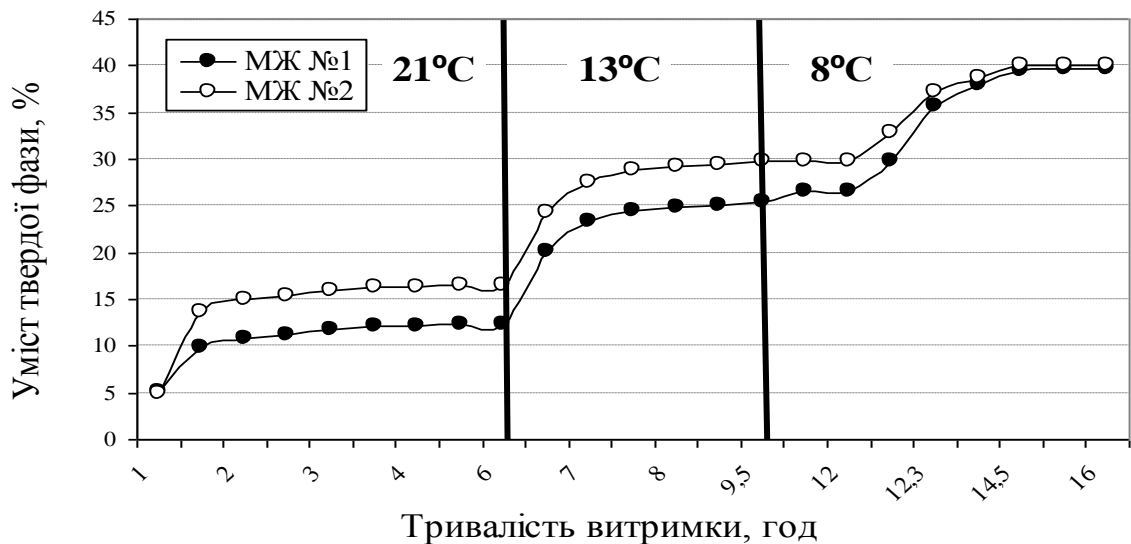


Рис. 6.4. Кристалізація молочного жиру за температурного режиму №7 21 °С (6 год) – 13 °С (4 год) – 8 °С (6 год)

Таким чином, режими 15 °С (6 год) → 7 °С (8 год) та 21 °С (6 год) → 13 °С (4 год) → 8 °С (6 год) можна рекомендувати для літнього виробництва кисловершкового масла, а 8 °С (2 год) → 21 °С (7 год) → 13 °С (13 год) – для зимового.

6.1.2. Дослідження ефективності бактеріального препарату «КВМ-С1» під час дозрівання вершків для виробництва кисловершкового масла. Адекватність призначення бакпрепаратів та їх вплив на якість отриманих продуктів визначаються особливостями їх функціонування упродовж всього технологічного процесу виробництва та подальшого зберігання ферментованих продуктів маслоробства і їх подальшого зберігання.

Ефективність функціонування бактеріального препарату «КВМ-С1» впродовж дозрівання вершків за зимового та літнього режиму було оцінено за зміною активної та титрованої кислотності, вмістом твердої фази, в'язкості і смаковими характеристиками.

Слід зазначити, що при використанні бакпрепарату для забезпечення достатньої чисельності заквашувальної мікрофлори визрівання вершків за температури 21 °С подовжили з 4 до 6 год.

Вершки заквашували попередньо активізованим у стерильному молоці (впродовж 3 год) бакпрепаратом «КВМ-С1» з розрахунку 10 г/т. Оскільки при виробництві кисловершкового масла особливе значення має регулювання процесу сквашування вершків, було досліджено якісні показники масла при дозріванні вершків до кислотності 50 °Т, 60 °Т та 70 °Т впродовж 14, 18 та 21-22 год відповідно. Конторолем слугувало солодковершкове масло, для виготовлення якого вершки піддавали дозріванню за таких самих температурних режимів, що й кисловершкове, але упродовж 8 год (269).

Титрована кислотність плазми вершків – це показник, який кількісно показує активність закваски у вершках. Хоча активна кислотність не дає точного уявлення про діяльність заквашувальної мікрофлори через певну буферність вершків, але цей показник важливий для не прямого оцінювання їх в'язкості. Зміну цих показників представлено на рис. 6.5-6.7. Спостереження за зміною рН у ході дозрівання вершків (рис. 6.5) показали, що через 2 год дозрівання за температури 8 °С і наступної витримки за температури 21 °С і ще 1 год вихідне значення рН (6,5 од) не змінювалося, що може бути пов'язано з адаптацією клітин лактобактерій до радикальної зміни температури. Після 3 год ферментування помічено поступове спадання активної кислотності. На 14 год сквашування вершків її величина становила 5,5 од. рН. Продовження ферментування вершків до 16 год призвело до незначного зниження рН – на 0,21 од, а на 22 год цей показник досяг 4,5 од. Таким чином, підтверджено, що величина активної кислотності залежить від активної життєдіяльності заквашувальної мікрофлори, про що свідчить ріст її чисельності. Дослідження фазових переходів у вершках за зміною стану системи (в'язкість, рН) за зимового режиму дозрівання з використанням бакпрепарату показали, що на першому етапі дозрівання за 8 °С кількість твердої фази досягала 48,8 %, активна та титрована кислотність, а також в'язкість не змінювалися і складали відповідно 6,53 од. рН, 17 °Т та 10,25 Па·с.

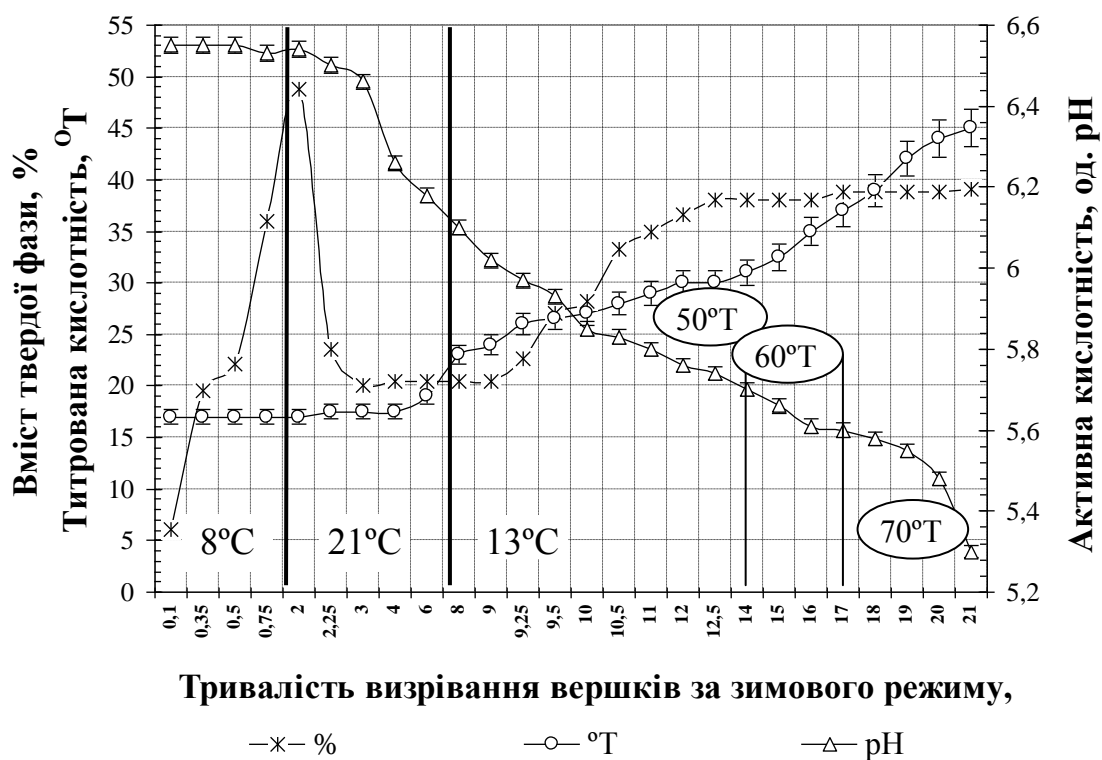


Рис. 6.5. Зміна фізико-хімічних властивостей вершків за «зимового» режиму дозрівання

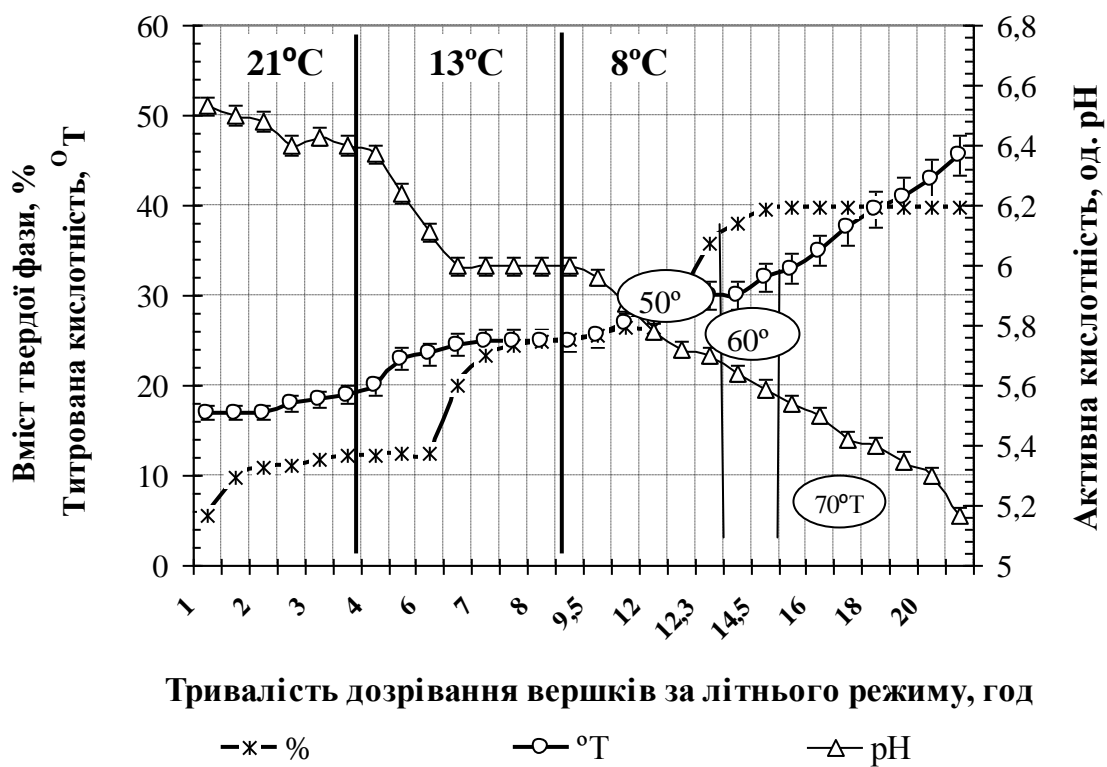


Рис. 6.6. Зміна фізико-хімічних властивостей вершків за «літнього» режиму дозрівання

Після нагрівання до 21 °С уміст кристалічного жиру зменшувався до 48,4 % і не змінювався до наступного охолодження. Незважаючи на значне зниження рН, величина в'язкості залишалася без значних змін близько 7 год. Основна кристалізація відбувалася за 13 °С впродовж 4-х год, проте стан рівноваги настав лише після 8 год за вмісту затверділого жиру 38,8 %, тоді як сквашування вершків та зміна в'язкості продовжувалися (279).

Охолодження вершків на першому етапі до низьких температур необхідне для утворення великої кількості центрів кристалізації, що при наступному підвищенні температури до оптимальної для росту кристалів, сприяє кристалізації високоплавких гліцеридів і рідкий жир залишається в жирових кульках, з яких за температури вище 10 °С можливе утворення лише незначної кількості кристалів.

Таким чином, у готовому продукті залишається достатня кількість рідкого жиру, що представляє собою безперервну фазу, яка забезпечує добру намащуваність і перешкоджає утворенню занадто щільної структури продукту.

Після нагрівання вершків до 21 °С на за увесь період витримки кількість твердої фази збільшилася на 2,5 %. Це свідчить про те, що на попередньому етапі кристалізується основна маса високо- і низькоплавких гліцеридів, тобто за достатньо низьких температур першого етапу підготовки відбувається не тільки утворення центрів кристалізації, але й лінійний ріст кристалів. У цьому разі процес кристалізації за 13 °С відбувається за рахунок затвердіння обмеженої кількості фракцій тригліцеридів без залучення низькоплавких фракцій і гарантує отримання пластичної консистенції масла, обумовлене достатньою кількістю рідкого жиру, що залишився в жирових кульках та утворює при збиванні безперервну рідку фазу.

Під час літнього режиму дозрівання вершків на першому етапі за 21 °С, незважаючи на зниження активної кислотності до 6,1 рН та збільшення титрованої кислотності з 17 до 23 °Т, спостерігали кристалізацію вершків на 6,8 % без зміни в'язкості впродовж 4 год. Після охолодження вершків до 13 °С темпи зростання кислотності зменшувалися, тоді як в'язкість стрімко зростала до 11,8

Па·с. Процес кристалізації відбувався достатньо швидко і сповільнювався після 2,5 год витримки. Наприкінці 13 °С вміст твердої фази складав 26,5 %.

Охолодження вершків до 8 °С істотно сповільнило зростання кислотності, тоді як уміст кристалічного жиру збільшився до 46 %, хоча швидкість затвердіння на цьому етапі була нижчою, ніж за 13 °С; стан рівноваги між рідкою і твердою фазами було досягнуто через 6 год.

Таким чином, за літнього способу дозрівання кристалізація молочного жиру завершувалася за температури 8 °С. У цих умовах утворюються кристалічні суміші та змішані кристали, які містять низько- та високоплавкі гліцериди. За рахунок не дуже великої кількості рідкого жиру, що залишився, масло набуває достатньо щільної консистенції.

Вміст кристалічної фази молочного жиру складав 37,0-40,1 %, що достатньо для отримання масла хорошої консистенції, оскільки оптимальне значення вмісту кристалічної фази у молочному жирі становить $40 \pm 3\%$.

Таким чином, запропоновані літні та зимові температурні режими підготування вершків дозволяють отримати масло практично з однаковим вмістом твердої фази і не значними відмінностями в консистенції.

Об'єктивним свідченням дозрівання вершків за рахунок кислотоутворювальної активності лактобактерій є зростання їх ефективної в'язкості внаслідок денатурації білкової фази молочною кислотою, яка продукується мікроорганізмами закваски, а також збільшення кількості кристалів молочного жиру, що безпосередньо впливає на реологічні показники системи (рис. 6.7).

За отриманими результатами ефективної в'язкості вершків при швидкості деформації зсуву 729 с^{-1} , що дозрівали за зимовим температурним режимом, можна виділити 3 умовні зони: 1 – зона спаду (2-4 год); 2 – зона відносної стабільності (4-10 год); 3 – зона активного зростання (10-22 год). З 2 по 4 годину витримки вершків за підвищеної до 21 °С температури спостерігали у заквашених вершках стрімкий спад ефективної в'язкості – до 8,3 Па·с.

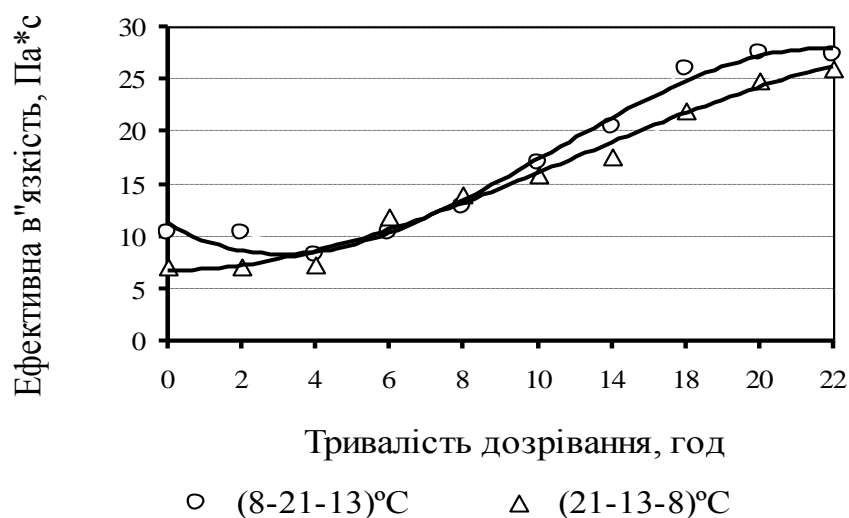


Рис. 6.7. Зміна ефективної в'язкості вершків упродовж дозрівання

Надалі в'язкість зростала. Необхідно зазначити, що охолодження вершків з 21 °C до 13 °C після 8 год експозиції не істотно вплинуло на їхню в'язкість.

Впродовж 18 год дозрівання вершків за літнім режимом спостерігали поступове зростання їх в'язкості. Однак наступне витримування призводило до стрімкого її росту.

Загалом, в'язкість вершків збільшується із подовженням тривалості дозрівання. У разі 14 годинної витримки до кислотності 50 °Т ефективна в'язкість була найменшою. Витримування вершків упродовж 18 год до кислотності 60 °Т призвело до збільшення в'язкості у 1,2-1,3 рази, а при сквашуванні вершків до 70 °Т за 22 год цей показник зростав ще у 1,3-1,5 рази при швидкості зсуву 729 с⁻¹.

На кінець дозрівання величина в'язкості вершків, незалежно від температурного режиму, знаходилася майже на одному рівні – 26-27,3 Па·с. Утворення в'язкої консистенції можна пояснити ще й фізіологічними особливостями використаного бакпрепарату «КВМ-С1», зокрема здатністю *L. cremoris* продукувати екзополісахариди за низьких значень рН плазми (279).

Для активнішого ароматоутворення та забезпечення необхідних органолептичних показників дослідні зразки свіжовиробленого кисловершкового масла витримували 3 доби за температури (3±2) °C.

Результати дослідження фізико-хімічних показників дослідних зразків кисловершкового масла, вироблених із вершків, сквашених до різної титрованої кислотності, представлено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Характеристика KBM, виготовленого методом збивання

Показники	Кисловершкове масло із вершків з кислотністю плазми		
	№1 (48 °T)	№2 (60 °T)	№3 (70 °T)
Тривалість дозрівання вершків, год	14	18	21
Тривалість дозрівання вершків за 13°C, год	4,5	7	11
Масова частка жиру, %	80,45±0,78	79,95±0,80	79,57±0,83
Масова частка СЗМЗ, %	1,95±0,05	2,05±0,06	2,13±0,05
Масова частка вологи, %	17,60±0,19	18,00±0,18	18,30±0,18
Кислотність плазми масла після 35 діб зберігання за -(5-0) °C	53-54	64-65	75-77
Кислотне число жиру, °K	1,42-1,50	1,78-1,90	2,1-2,25
Пероксидне число свіжовиготовленого масла, % J.	0,011-0,013	0,012-0,013	0,013-0,014
Пероксидне число після 35 діб зберігання за -(5-0) °C, % J	0,015-0,017	0,017-0,019	0,023-0,028
Вміст твердої фази, %	38,0-39,10	39,8-40,12	39,8-40,12

Встановлено, що зростання кислотності сквашених вершків з 50 до 70 °T призводить до інтенсивнішого окиснення молочного жиру, підвищення кислотності плазми, перекисного числа та м.ч. вологи KBM під час зберігання за температури -(5-0) °C. Це слід враховувати при встановленні термінів зберігання кисловершкового масла, виробленого із сквашених вершків з кислотністю плазми 70 °T. Отримані фізико-хімічні дані жирової фази співпадають з результатами досліджень кисловершкового масла методом збивання турецьких вчених (310).

Дослідження перекисного числа під час зберігання продуктів, як показник псування молочного жиру, свідчить, що всі проаналізовані зразки належали до умовної категорії «свіжі».

Накопичення молочної кислоти та ароматичних сполук, як і кислотність сквашених вершків, залежить від технологічності та біохімічної активності бактеріальних культур і в наступному позначається на вираженості смакового букету. Встановлено, що кількість смако-ароматичних сполук була найвищою у вершках, ферментованих до 70 °Т. Ферментування вершків бакпрепаратом до 50 °Т, 60 °Т, 70 °Т у літний період сприяло збільшенню вмісту діацетилу у кисловершковому маслі у 1,1-1,2 рази порівняно зі зимовим, що вказує на значну залежність активності його утворення від сезонності технології (рис. 6.8а).

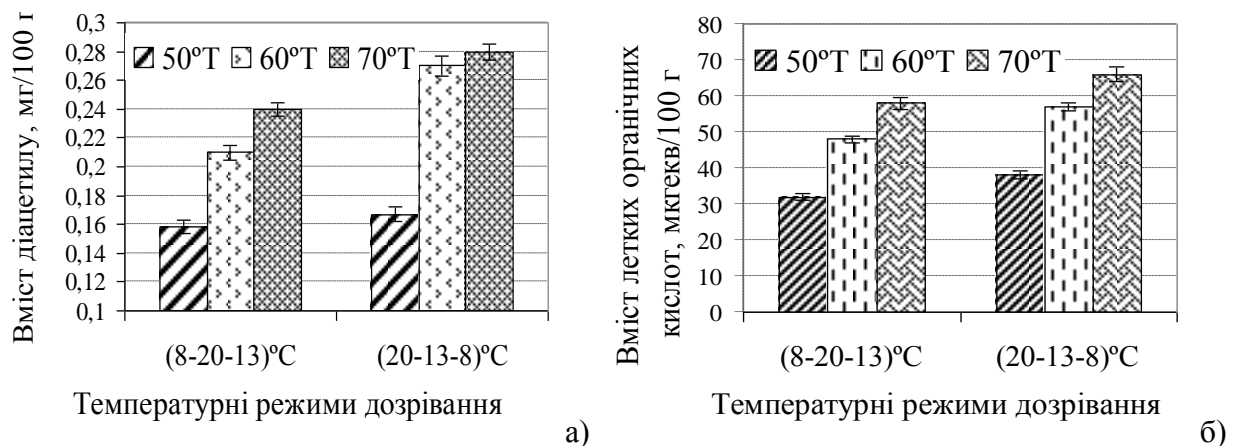


Рис. 6.8. Вміст смако-ароматичних речовин у кисловершковому маслі за зимового та літнього режиму дозрівання вершків:
а) діацетилу; б) летких органічних кислот

Відмічено, що із збільшенням тривалості дозрівання та кислотності вершків у КВМ концентрація діацетилу зростала у 1,6-1,7 рази з 0,16-0,17 мг/100 г до 0,24-0,28 мг/100 г (рис. 6.8а).

Зростання летких органічних кислот в 1,7-1,8 разів більшою мірою залежало від кислотності вершків, тоді як більш сприятливі температурні режими літнього періоду збільшували їх кількість лише в 1,1-1,2 рази (рис. 6.8б).

6.1.3. Дослідження ароматичних властивостей КВМ, виробленого за «літньою» та «зимовою» технологіями, продовж 35 діб зберігання у спожитковому пакуванні. Відповідно до ДСТУ 4399:2005 найвища температура зберігання масла становить $-(5-0)^\circ\text{C}$ і за цих умов воно має залишитися свіжим упродовж 35 діб. Нами досліджено динаміку показників якості КВМ, виготовленого з використанням бакпрепарату «КВМ-С1» за вказаної температури

у споживчому пакованні. Результати біохімічних досліджень виявили залежність вмісту смако-ароматичних речовин впродовж зберігання від використаної сировини, температурної підготовки до збивання та їх кислотності після сквашування і дозрівання.

Після 35 діб зберігання загальна кількість летких органічних кислот зростала в залежності від кислотності сквашених вершків за зимового режиму дозрівання у 1,4-4,1 рази, а літнього – у 1,7-3,4 рази.

На кінець зберігання нагромаджувалася оцтова, масляна, пропіонова та ізовалер'янова кислоти. Встановлено, що вміст у КВМ оцтової кислоти в залежності від кислотності вершків, сквашених за зимовим режимом, становив 70,2-80,3 %, а за літнім зростав з 77,9 до 83,8 % (табл. 6.3). Водночас частка пропіонової та ізовалер'янової кислот знижувалася відповідно з 12,1 % до 8,4 % та з 14,9 % до 6,4 % у зимовий період виготовлення КВМ та з 9,0 до 6,8 % та з 9,4 до 5,9 % у літній період виготовлення.

Представлені на рис. 6.9 дані свідчать, що відмінності у процесі лактонізації обумовлені також режимами сквашування та рівнем кислотності.

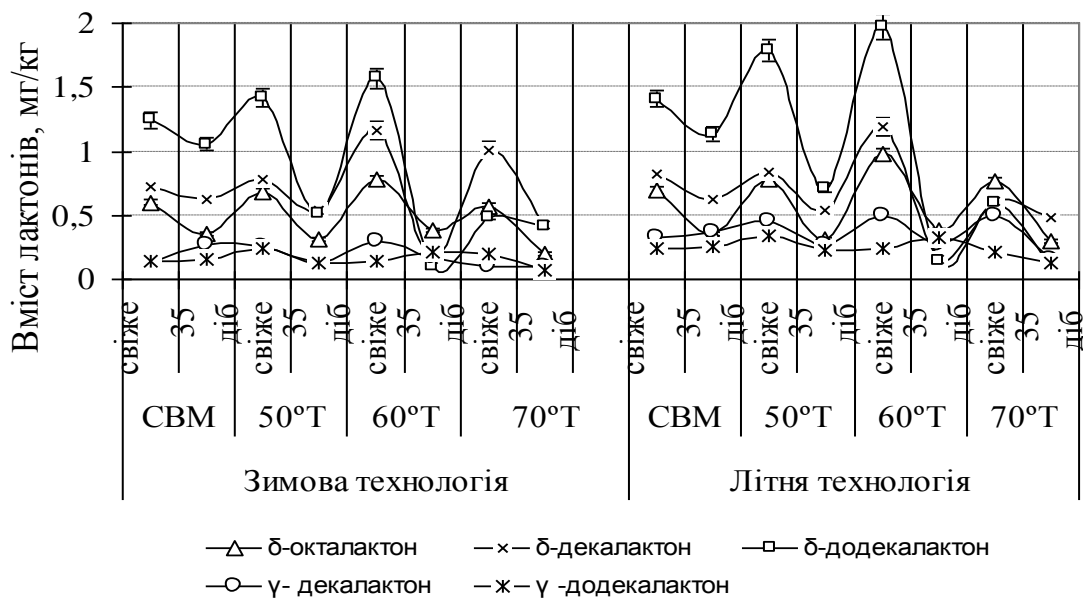
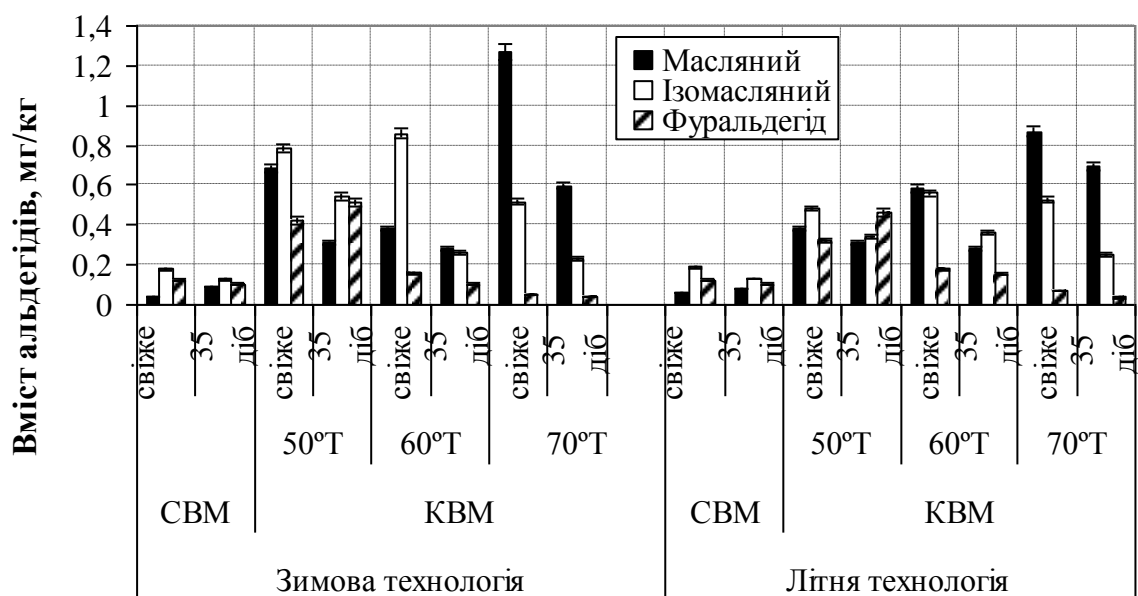


Рис. 6.9. Зміна лактонів під час зберігання кисло- і солодковершкового масла

У обох видах продуктів, незалежно від сезону виготовлення, домінували δ -лактони. Найвищу концентрацію мав δ -додекалактон (42,0-42,7 %), δ -декалактон (19,9-23,2%) та δ -окталактон (18,6-28,5 %).

Цікавим є той факт, що у КВМ, виробленому із сквашених вершків до кислотності 60 °Т, концентрація всіх лактонів була найвищою як у свіжому маслі, так і наприкінці 35 діб зберігання, а у КВМ із вершків з кислотністю 70 °Т – нижчою. У всіх продуктах вміст лактонів після 35 діб зберігання зменшувався, за винятком δC_{10} -лактону, накопичення якого спостерігали у СВМ.

Дослідження складу альдегідів виявило найвищий вміст ацетальдегіду у КВМ зі сквашених вершків до кислотності 60 °Т – 8,3-9,1 мкг/кг, який у процесі зберігання знижувався до 2,1-5,6 мкг/кг. Натомість у СВМ він зростав з 1,3-2,2 до 2,6 мкг/кг (рис. 6.10). Позитивним є те, що вміст масляного альдегіду у процесі зберігання КВМ за обома режимами дозрівання знижувався у 1,2-2,1 рази порівняно з свіжовиготовленим маслом. Для вершків з різною кислотністю характерне збільшення ізомасляного альдегіду відповідно у 4,4, 4,8, 2,9 разів у зимовий період та у 2,6, 3,0, 2,8 разів у літній період виготовлення КВМ. Наприкінці зберігання було зафіксовано його зниження на 30,5, 69,4 та 54,9 % у зимовий період та на 28,7, 35,2, 52,3 % у літній період, тоді як у СВМ спостерігали зниження на 29,6-30,7 %.



а)

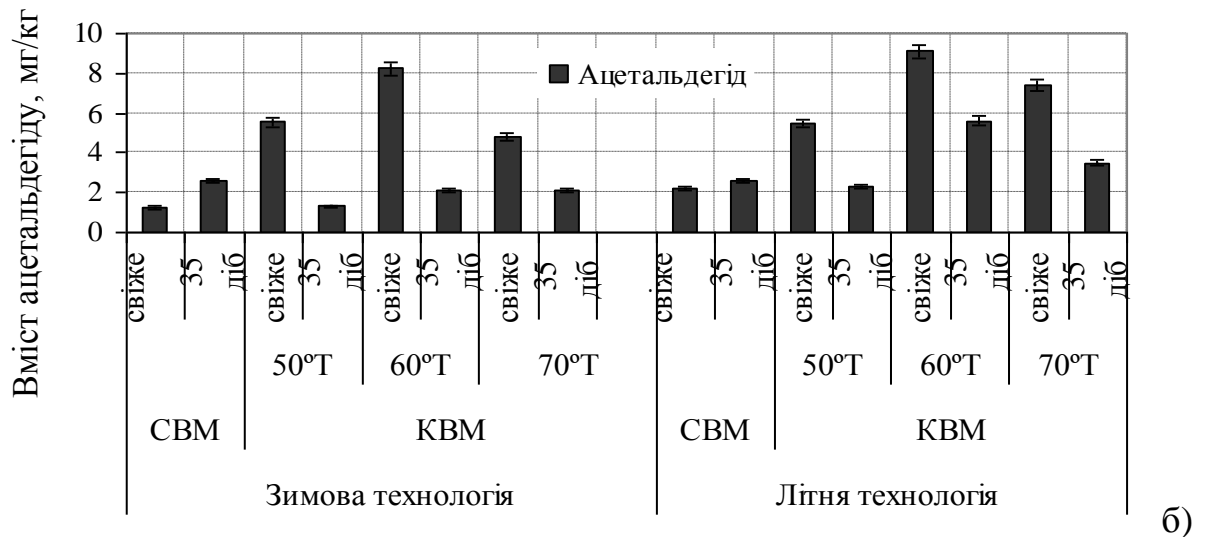


Рис. 6.10. Зміна вмісту альдегідів (а,б) під час зберігання кисло- і солодковершкового масла

Стосовно фуральдегіду не виявлено чіткої тенденції: сквашування вершків до кислотності 50 °Т призводило до його зростання у КВМ, натомість у КВМ з вершків 60 °Т і 70 °Т та СВМ – його зниження.

Результати досліджень, представлені на рис. 6.11, свідчать, що у всіх зразках масла домінував октанол-2, найвищу концентрацію якого було виявлено у зразку КВМ з використанням сквашених вершків до 50 °Т. У процесі зберігання було зафіксовано найбільше зростання пропанолу-1 у КВМ з вершків 60 °Т.

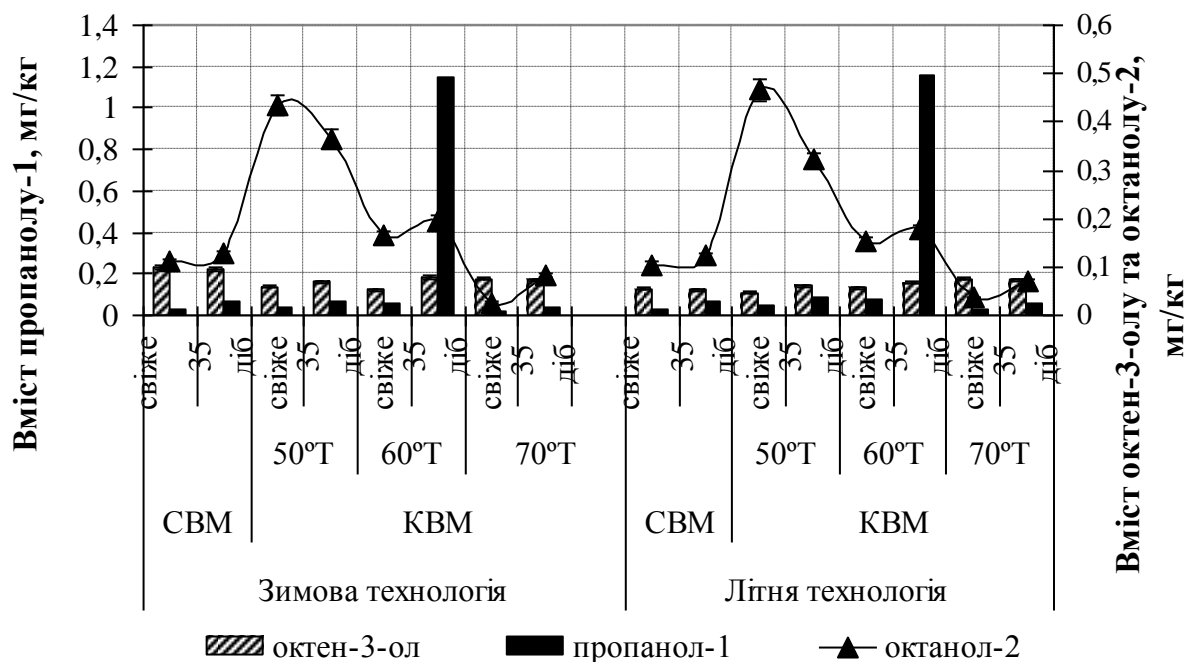


Рис. 6.11. Зміна вмісту спиртів у кисло- та солодковершковому маслі впродовж зберігання

Отримані дані свідчать, що у продуктах, виготовлених з вершків вищої кислотності, перебіг біохімічних процесів відбувається активніше. Отже, ферментування вершків є основним чинником, який впливає на нагромадження основних компонентів, які впливають на формування органолептичних показників КВМ. Якісний та кількісний склад смако-ароматичних речовин та їхня зміна під час зберігання продуктів обумовлена температурними режимами підготування вершків до збивання та сезонністю виготовлення продукту.

Таким чином, ароматичні властивості цільового продукту можна регулювати кислотністю сквашених вершків.

Проведена дегустація дослідних зразків масла показала, що найбільшу кількість балів за смак і запах отримав зразок №2 – по 9 балів (із 10 можливих) на першу та 35 добу зберігання. Продукт №3 характеризувався слабо вираженим ароматом, а у процесі зберігання масла з'явився кислий присмак. Надана йому оцінка у 9 балів на початку зберігання зменшилась до 5 балів через 35 діб. Варіант №1 відзначився невираженим смаком та ароматом на перший день після збивання (8 балів), а з появою вираженого кисломолочного смаку та аромату на 35 добу цей продукт одержав 9 балів. Отже, сквашування вершків бакпрепаратом «КВМ-С1» з розрахунку 10 г/т до кислотності плазми 60 °Т забезпечувало формування кисловершковому маслу №2 бажаний смак та аромат. Сквашування вершків до кислотності 70 °Т можна використовувати лише при виробництві масла, призначеного для швидкої реалізації.

Таким чином, заквашувальна мікрофлора, що входить до складу бакпрепарату «КВМ-С1», адаптованого до підібраних режимів дозрівання вершків, здатна нагромаджувати достатню кількість смако-ароматичних компонентів для формування смакового букету КВМ. Для забезпечення належного перебігу і завершення фазових змін тригліцеридів молочного жиру, а також регулювання структури і консистенції масла та мінімізації відходу жиру до сколотини, для дозрівання вершків диференційовано багатоступінчасті температурні режими, які дозволяють зміцнювати структуру масла у весняно-літній період або знижувати його міцність у осінньо-зимову пору року.

6.1.4. Дослідження зміни показників якості кисловершкового масла, виробленого за «літньою» та «зимовою» технологіями упродовж зберігання у моноліті. Досліджено зміни мікробіологічних та біохімічних показників, що впливають на збереження ароматичних властивостей і якості кисловершкового масла, виробленого із сквашених вершків за зимовою та літньою технологіями до кислотності 60 °Т за температури -(6-11) °С унормованої ДСТУ 4399:2005 упродовж 7 міс зберігання. Встановлено максимальне зменшення чисельності МКБ, відповідно на 13-22 % і 23-27%. Найбільшими були втрати діацетилу – 85-72 %, а летких органічних кислот – лише на 12-29 %. Тобто, на кінець дозрівання масло практично втрачає аромат, але не смакові якості (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Зміна показників якості кисловершкового масла за температури зберігання -(6-11) °С у моноліті у транспортній тарі ($n=6$, $p \leq 0,4$)

Показники	свіже	Тривалість зберігання, міс			% за 9 міс до свіжого
		1	4	9	
	Зимова технологія виробництва				
МКБ, КУО/г	$(2,4-3,7) \cdot 10^6$	$(1,0-1,3) \cdot 10^6$	$(4,0-6,3) \cdot 10^5$	$(1,0-1,3) \cdot 10^5$	78,08
АМКБ, КУО/г	$(2,3-4,5) \cdot 10^5$	$(6,8-7,5) \cdot 10^4$	$(3,0-5,5) \cdot 10^4$	$(1,0-1,3) \cdot 10^4$	73,41
Діацетил, мг/100 г	0,210±0,03	0,157±0,07	0,098±0,09	0,032±0,07	14,54
Леткі органічні кислоти, мекв/100г	48±9	53±12	47±10	34±2	70,83
Кислотність плазми, °Т	60,0±0,5	62,0±0,5	62,5±0,5	64,5±0,5	+7,50
Кислотність жирової фази, °К	2,16±0,2	2,16±0,2	2,22±0,2	2,33±0,2	+7,87
	Літня технологія виробництва				
МКБ	$(1,5-3,5) \cdot 10^7$	$(7,0-9,3) \cdot 10^6$	$(4,3-6,3) \cdot 10^6$	$(1,5-3,6) \cdot 10^6$	86,62
АМКБ	$(3,0-4,7) \cdot 10^6$	$(1,0-2,9) \cdot 10^5$	$(3,0-4,7) \cdot 10^5$	$(1,0-1,3) \cdot 10^5$	76,78
Діацетил, мг/100 г	0,270±0,05	0,176±0,07	0,102±0,06	0,076±0,08	28,14
Леткі органічні кислоти, мекв/100г	57±1	62±1	54±2	50,4±12	88,42
Кислотність плазми, °Т	60,0±0,5	63,0±0,5	65,5±0,5	67,0±0,5	+10,0
Кислотність жирової фази, °К	1,86±0,2	1,86±0,2	1,93±0,2	2,05±0,2	+10,22

Очевидно, це пов'язано із погіршенням якості молока через зменшення в ньому вмісту вітамінів, ферментів, інших речовин, необхідних для розвитку і метаболізму заквашувальної мікробіоти.

Нижчий вміст смако-ароматичних речовин у зимовому маслі, за свідченнями деяких дослідників (64,65), пов'язаний з вищим рівнем мікробіологічного забруднення контамінантною мікрофлорою, особливо дріжджами та протеолітичними бактеріями.

За мінусових температур зберігання інтенсивний гідроліз жиру не відбувається, про що свідчить різниця у кислотності жирової фази – 2,2-2,3 °К та 1,9-2,1 °К. Кислотність плазми продуктів зростала до 4,5-6 °Т.

Поведінка сторонньої мікрофлори в маслі впродовж зберігання, залежала від ступеня початкового забруднення (табл. 6.4). При високому контамінуванні протеолітичними бактеріями в зимовий період $(1,4-2,2) \cdot 10^3$ КУО/г їх кількість поступово знижувалася у кисловершковому маслі, тоді як при низькому початковому вмісту (40-74 КУО/г) вони майже відмирили у «літньому» маслі вже до кінця 4-го місяця зберігання, ймовірно, це обумовлено чутливістю до кислого середовища продукту.

Таблиця 6.4 – Рівень мікробіологічного забруднення кисловершкового масла за температури зберігання $-(6-11)^\circ\text{C}$ впродовж 9 міс ($n=3$, $p \leq 0,4$)

Чисельність КУО/г	Кисловершкове масло					
	зимова технологія виробництва			літня технологія виробництва		
	тривалість зберігання, міс			тривалість зберігання, міс		
	свіже	4 міс	9 міс	свіже	4 міс	9 міс
БГКП	10^{-1}	0	0	10^{-1}	0	0
Дріжджі	30-37	50-55	15-20	25-36	30-33	0
Плісняви	9-14	29-33	10-12	5-9	18-24	4-8
Протеолітичні бактерії	$(1,9-2,2) \cdot 10^3$	$(2,0-2,2) \cdot 10^2$	$(2,2-2,3) \cdot 10^2$	40-74	10-14	4-5
Ліполітичні бактерії	20-22	24-26	26-28	8-10	11-13	12-14

Незважаючи на те, що кількість технічно-шкідливої мікрофлори була в межах норми на всіх етапах дослідження, проте було виявлено сприятливіші умови для розвитку дріжджів та плісняви у зимовий період, про що свідчить їх зростання впродовж 4 місяців в 1,5-1,7 рази, а в наступні місяці їх кількість повільно знижувалася.

Блок-схему виробництва кисловершкового масла методом збивання представлено на рис. 6.12.

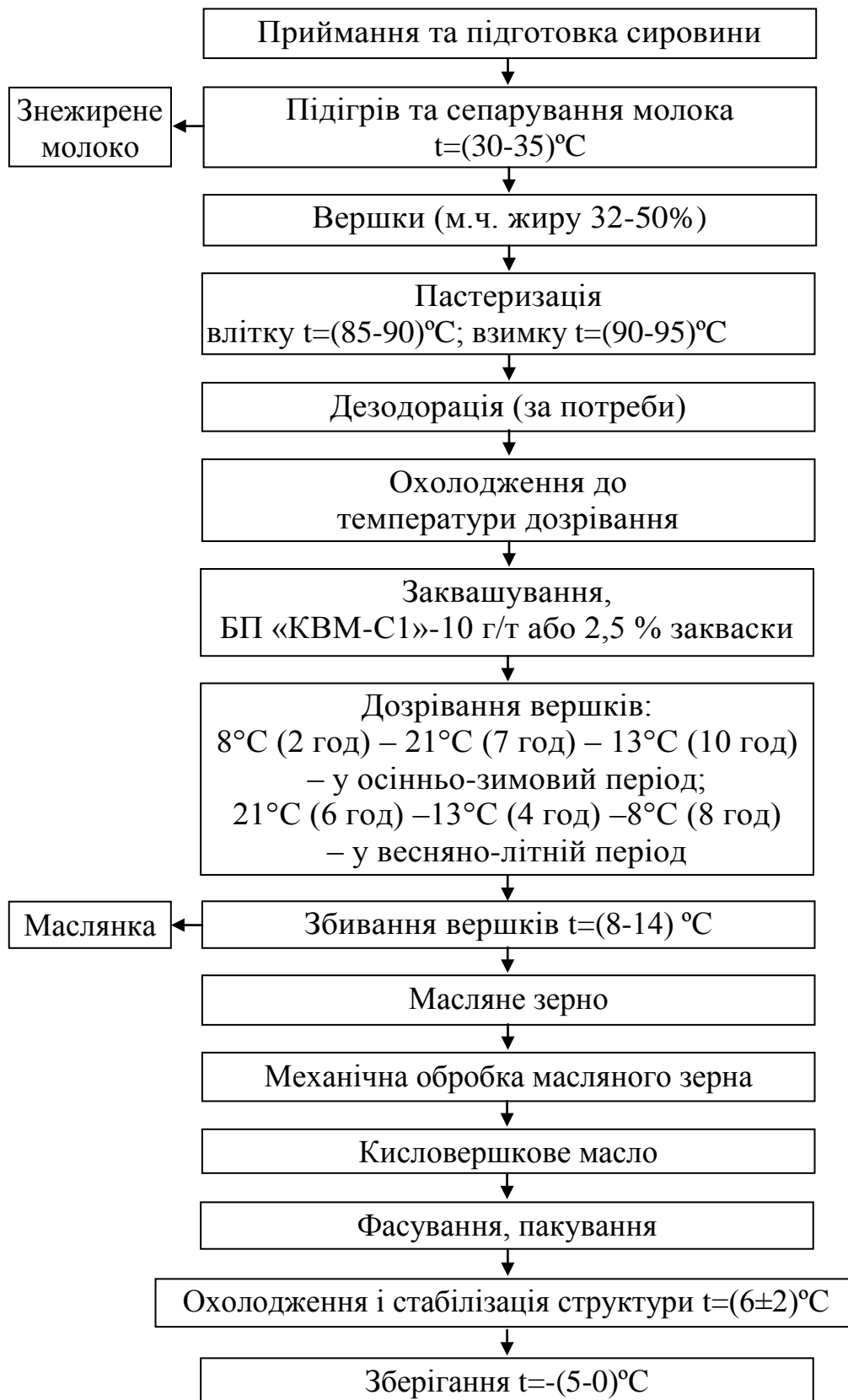


Рис. 6.12. Блок-схема виробництва кисловершкового масла методом збивання

Незважаючи на достатньо високий вміст сторонніх мікроорганізмів, рівень БГКП у маслі був безпечним, а після 4 та 9 місяців зберігання їх виявлено не було.

Таким чином, перебіг мікробіологічних процесів, зміна чисельності означених груп мікроорганізмів в певній мірі пов'язані з продуктами життєдіяльності заквашувальної мікрофлори, які забезпечують його якість. Очевидно, інтенсивніший перебіг мікробіологічних процесів за літнього режиму біодозрівання у біологічно повноціннішій сировині під дією заквашувальної мікрофлори перешкоджав розвитку сторонніх мікроорганізмів.

Перевагою розробленої нами технології кисловершкового масла методом збивання над єдиною розробкою кисловершкового масла з функціональними властивостями, заявленою в Україні (327-328), є використання значно меншої дози бакпрепарату – 10 г/т, що є економічно ефективнішим. Водночас науковці Цісарик О.Й та Мусій Л.В. пропонують виготовлення КВМ з використанням імпортованих бакпрепаратів на основі мезофільних культур Flora Danica та термофільних культу La-5 (фірми Chr. Hansen, Данія) у кількостях 4 г/т та 20 г/т вершків відповідно.

Інші відомі способи виробництва кисловершкового масла методом збивання хоча і передбачають спосіб внесення різноманітних заквасок з різним видовим складом (*B. longum*, *L. acidophilus*, *L. diacetylactis*, *Propionibacterium shermanii*; *L. diacetylactis*, *Lactobacillus helveicus*) в пласт масла у менших дозах (3-5 %), проте гірше забезпечують рівномірне її розподілення, що може позначитися на якості продукту (98, 329).

Оригінальність технологічних рішень захищено патентом України (296).

6.2. Дослідження впливу бакпрепарату «КВМ-П» на процес ароматоутворення у кисловершковому маслі, виробленого методом перетворення високожирних вершків

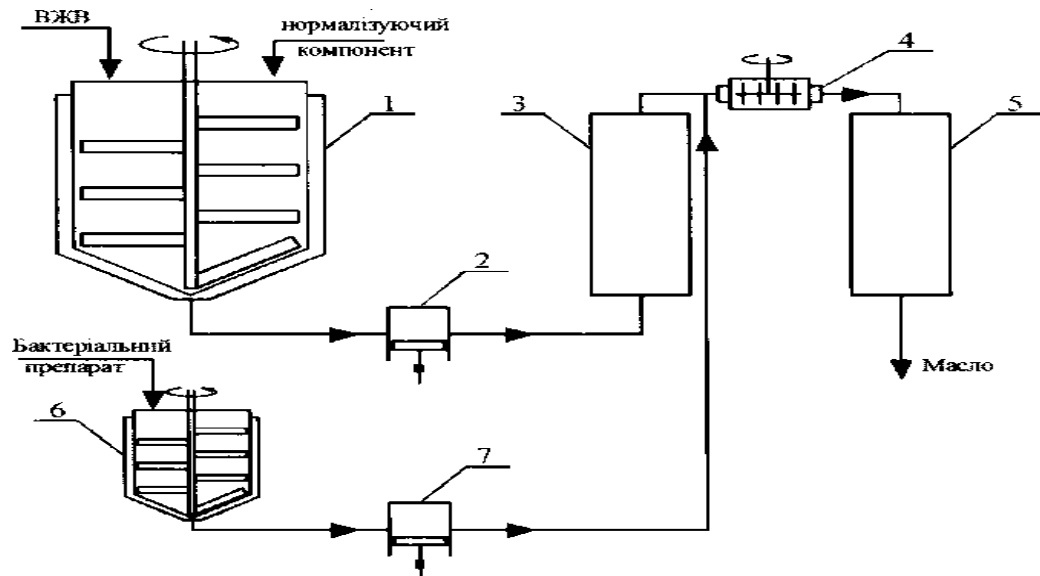
6.2.1. Обґрунтування способу виробництва кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ та дослідження впливу закваски на його якість. Існуючі технології кисловершкового масла методом ПВЖВ мають ряд недоліків, і, як результат, не гарантують отримання продукту зі стабільними якісними характеристиками. Зокрема, додаткові операції охолодження до температури 35-40 °С високожирних вершків у нормалізаційних ваннах для внесення закваски та їхнє наступне ретельне перемішування подовжують технологічний процес як мінімум на 60-90 хв. Крім того, мала кількість бактеріальної закваски у великому об'ємі високожирних вершків не забезпечує рівномірного розподілення суміші компонентів і призводить до зниження якості готового продукту (106, 311). Інші способи виробництва КВМ методом перетворення ВЖВ передбачають попереднє дозрівання вершків (1-3 год) за участі мезофільної закваски у досить великій кількості – 7-12 % від об'єму вершків або за менших доз закваски (1-5 %), проте із подовженням тривалості біодозрівання вершків впродовж 6-16 год (330).

Принципово інша технологія КВМ методом перетворення ВЖВ удосконалена нами шляхом внесення приготованої з бакпрепарату «КВМ-П» закваски у зону перетворення фаз – дестабілізатор жирової емульсії, де відбувається її інтенсивне перемішування з охолодженими високожирними вершками. У такий спосіб забезпечується скорочення технологічного процесу, покращення рівномірного розподілення закваски в продукті і якості масла. Перетворення фаз «жир у воді» у «вода в жирі» рівномірне розосередження закваски по всій масі жирової емульсії та прискорення процесу маслоутворення відбувається за рахунок високої швидкості обертання ротора дестабілізатора.

Специфіка цього виробництва передбачає пряме внесення закваски на стадії формування структури продукту в такій кількості, щоб відразу отримати необхідну кислотність плазми масла. Новизну запропонованих технологічних рішень підтверджено патентом України – Додаток Ж4.

Згідно структурної схеми технологічного процесу, яка представлена на рис. 6.13, із ванни 1 нормалізовані високожирні вершки за температури 40-60 °С насосом 2 подають в секцію охолодження 3 маслоутворювача, де їх охолоджують до температури 13-22 °С і подають у дестабілізатор 4. Закваска із ємності 6 подається насосом 7 у зону перетворення фаз – дестабілізатор 4.

У дестабілізаторі 4 під впливом механічної обробки, за рахунок високої швидкості обертання ротора 15-20 м/с, відбувається перетворення фаз високожирних вершків і рівномірно розосереджується бактеріальна закваска у потоці ВЖВ, що прискорює процес маслоутворення. Із дестабілізатора 4 жирова емульсія надходить в секцію формування структури готового продукту 5 маслоутворювача, де формується структура готового продукту – кисловершкове масло.



- 1 – ванна для нормалізації вершків; 2 – насос для подачі вершків;
 3 – секція охолодження маслоутворювача; 4 – дестабілізатор;
 5 – секція формування структури готового продукту маслоутворювача;
 6 – ємність для закваски; 7 – насос для подачі закваски.

Рис. 6.13. Структурна схема технологічного процесу

Технологічну схему поточного виробництва кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ представлено на рис. 6.14.

Ефективність бакпрепарату «КВМ-П» у виробництві КВМ методом перетворення високожирних вершків перевірено у промислових умовах на ПАТ «Житомирський маслокомбінат».

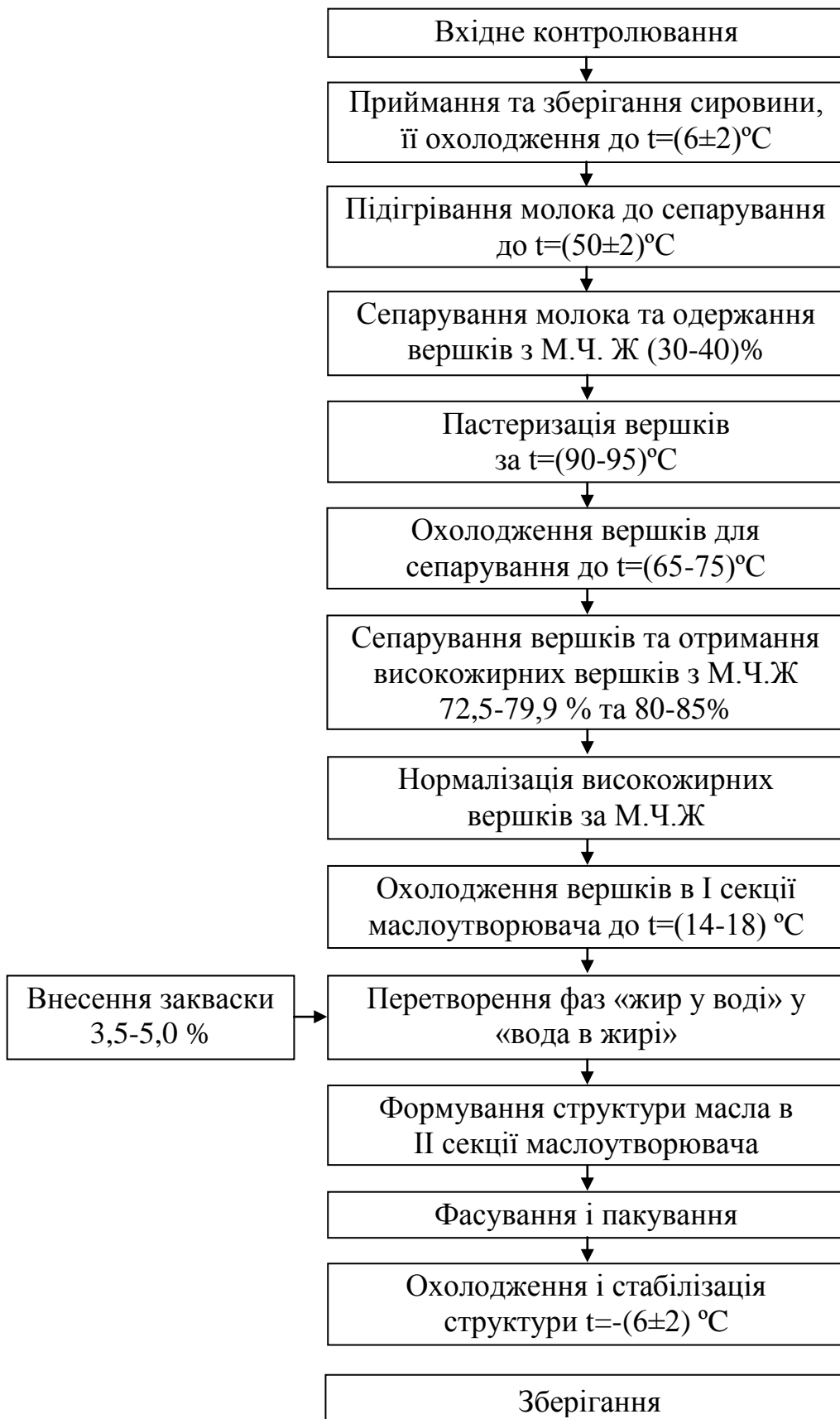


Рис. 6.14. Блок-схема виробництва кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ

Акт промислової апробації наведено у додатку Е. Було вироблено кисловершкове масло з використанням 3,5 %, 5 % і 6 % закваски кислотністю 103 °Т, приготованої у молоці з використанням бакпрепарату «КВМ-П». Контролем слугувало солодковершкове масло.

Основні фізико-хімічні та технологічні показники вершкового масла представлено в табл. 6.5.

Мікробіологічні дослідження показали, що загальна чисельність молочнокислих бактерій у всіх дослідних зразках свіжовиробленого кисловершкового масла коливалася в межах 7,3-7,7 lg КУО/г, у тому числі ароматоутворювальних лактококів – 7,1-7,6 lg КУО/г, а термофільних мікроорганізмів у межах 6,5-7,0 lg КУО/г. Кількість лактобактерій у солодковершковому маслі складала 5,04 lg КУО/г.

Таблиця 6.5 – Основні показники кисловершкового масла, вироблені з різними дозами заквасок ($n=3$, $p \leq 0,4$)

Показники	Кисловершкове масло з використанням закваски у кількості			СВМ
	3,5 %	5 %	6 %	К
М. ч. жиру, %	76,6-79,2			
Загальна чисельність лактобактерій, lg КУО/г	7,28-7,70			4,3
Чисельність <i>L. diacetylactis</i> , lg КУО/г:	7,04-7,56			–
термофільних МКБ	6,50-7,00			–
Вміст діацетилу, мг/100 г	0,168±0,03	0,194±0,03	0,210±0,03	0,11±0,01
Вміст летких органічних кислот, мкгекв/100 г	25,3±1,0	33,3±1,5	46,0±1,2	20,0±1,0
Кислотність плазми масла °Т	40±1,0	44±0,5	47±1,0	17,5
Кислотність жирової фази, °К	1,24-1,45			0,94
Показник заломлення	1,4549-1,4552			
Термостійкість	0,73-0,80			
Температура плавлення, °С	31,06-31,75			
Число Рейхерта-Мейсля	26,30-26,62			
Число Поленське	1,3-1,4			
Йодне число	36,75-37,50			

Водночас закваска мало впливала на вихідний рівень кислотності жирової фази масла – 1,24-1,45 °К, що свідчить про їхню свіжість. Зі збільшенням кількості внесеної закваски з 3,5 до 6,0 % кислотність плазми у продуктах зростала з 40 до 48 °Т. Наведені у табл. 6.5 дані свідчать про взаємозв'язок між рівнем смако-ароматичних речовин та кислотністю плазми продуктів, обумовленою дозою закваски.

Під час органолептичної оцінки було встановлено, що зі збільшенням дози закваски у продуктах посилювалась вираженість кисломолочного смаку. Збагачення кисловершкового масла на стадії формування структури закваскою у кількості від 3,5 % до 5 % дозволило отримати продукти з вираженим смаковим «букетом», чистим кисломолочним ароматом та показниками якості, які відповідають діючому ДСТУ. Використання 6 % закваски обумовлювало більшу насиченість кисломолочним смаком та ароматом. Проте всі готові продукти відповідали за мікробіологічними, фізико-хімічними та біохімічними показниками, чинним нормативам (296, 308). Відповідні акти дегустації представлено в Додатку Є.

За результатами проведеної роботи було розроблено технологічну інструкцію для промислового виробництва кисловершкового масла – Додаток Г.

Акти, що підтверджують промислову апробацію технології кисловершкового масла з використанням закваски, приготованої на основі розробленого нами бактеріального препарату «КВМ-П», згідно яким виготовлено 2,1 т масла, представлено у додатку Е.

6.2.2. Аналіз мікробіологічних, фізико-хімічних та біохімічних показників кисловершкового масла впродовж зберігання за різних температур. Розробка технології кисловершкового масла передбачає отримання не тільки продукту з заданими показниками якості, але й потребує їх збереження впродовж визначеного терміну зберігання. При цьому внаслідок перебігу мікробіологічних процесів під дією заквашувальної мікрофлори змінюються основні фізико-хімічні та біохімічні показники. Основні біохімічні процеси, завдяки яким формуються специфічні характеристики продукту, відбуваються в плазмі масла внаслідок розщеплення ферментами бактерій білкових і вуглеводних компонентів плазми.

Водночас гідролітичні та окиснювальні процеси в жировій фазі продукту також позначаються на якості масла. Тому особливий інтерес становлять дослідження закономірностей змін основних мікробіологічних, фізико-хімічних та біохімічних характеристик кисловершкового масла, їхній вплив на стійкість і якість масла під час зберігання за різних температурних режимів у спожитковому пакуванні та в моноліті у порівнянні з традиційним для виробника та споживача солодковершковим маслом (290).

Дослідження показників якості та смакового «букету» масла здійснювали впродовж терміну зберігання, регламентованого чинним ДСТУ 4399:2005.

6.2.2.1. Зміна показників якості кисловершкового масла впродовж зберігання у спожитковому пакуванні за температур $-(5-0) ^\circ\text{C}$ та $-(6-11) ^\circ\text{C}$

Зміна мікробіологічних показників кисловершкового масла. Як свідчать результати досліджень, представлені на рис. 6.15, зі збільшенням дози внесеної закваски загальна чисельність лактофлори у свіжих продуктах природно ставала більшою, але й більшими були її втрати впродовж зберігання. Незважаючи на доволі екстремальні температурні умови зберігання, у продуктах з 3,5-5 % закваски заквашувальна мікрофлора залишалася стабільною впродовж 15 діб зберігання, а надалі спостерігали поступове зменшення загальної чисельності лактобактерій закваски до рівня $\lg 6,6-6,9$ КУО/г. При цьому найшвидше відмирили термофільні мікроорганізми у маслі з використанням 6 % закваски – на 1,5 порядку до рівня $5,11 \lg$ КУО/г, тоді як у інших зразках масла – до $5,5-5,7 \lg$ КУО/г, що складало 84,0 % від початкового вмісту (290).

Крім доволі низької температури зберігання причиною зниження вмісту мікрофлори може бути вичерпання поживних речовин у маслі. За використання 6% закваски на 40-у добу зберігання залишалось 73 % молочнокислих бактерій, в тому числі 68 % ароматоутворювальних лактококів відносно їх кількості у свіжому маслі. У інших варіантах (3,5-5,0 %закваски) до цього часу виживало до 95 % мікрофлори. Кількість МАФАМ у солодковершковому маслі у процесі зберігання зростала з 5,0 до $5,4 \lg$ КУО/г.

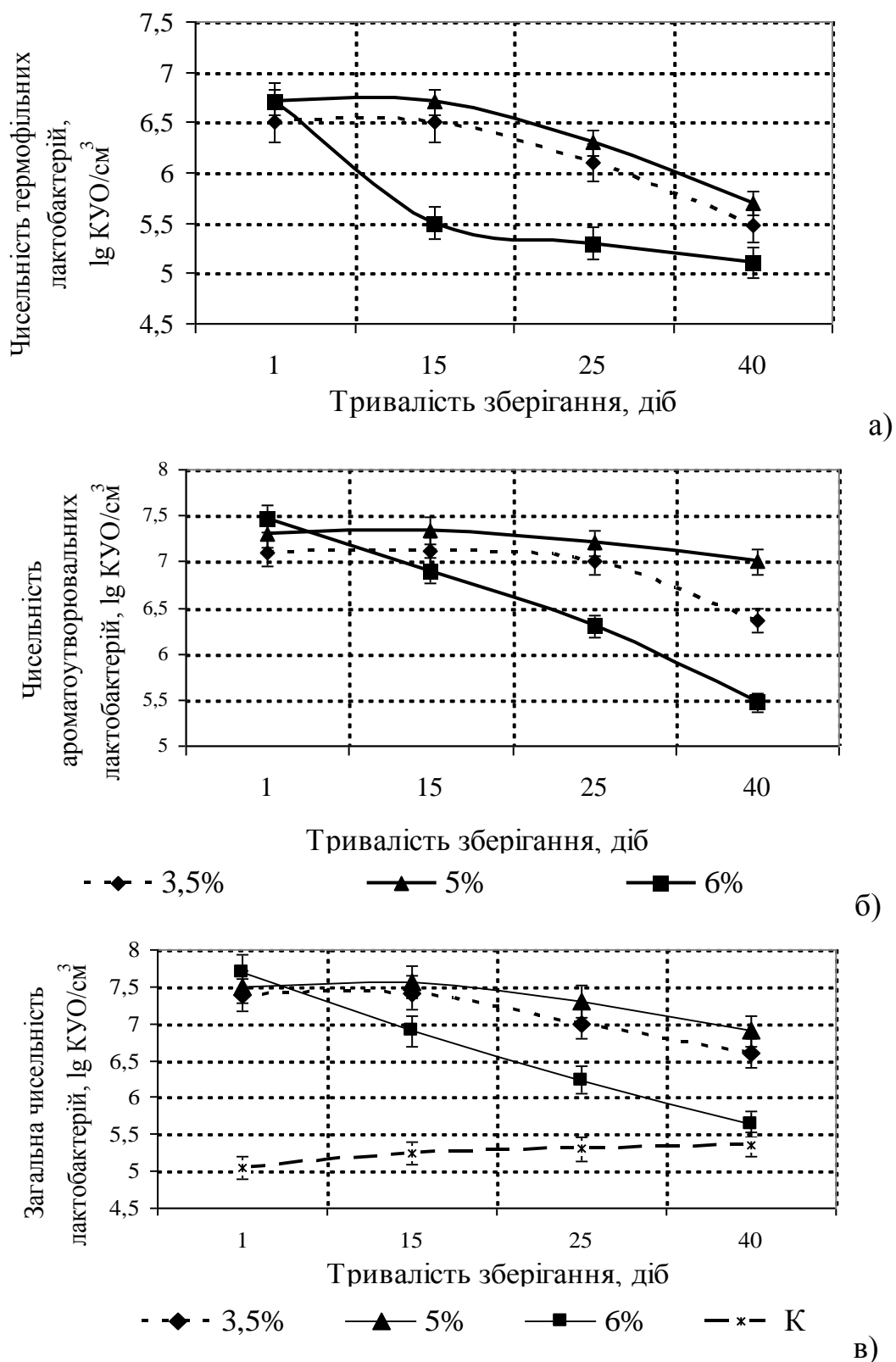


Рис. 6.15. Зміна лактофлори закваски впродовж зберігання кисловершкового масла за температури $-(5-0)^\circ\text{C}$

- а) чисельність термофільних кислотоутворювальних лактобактерій;
 б) чисельність мезофільних ароматоутворювальних лактобактерій
 в) загальна чисельність молочнокислих бактерій

Зміна фізико-хімічних показників впродовж зберігання. У КВМ з використанням 3,5-6,0 % закваски через 35 діб зберігання за вказаних умов кислотність плазми збільшувалась на 6-7 °Т до 46-53 °Т (рис. 6.16). Такі зміни свідчать про перебіг біохімічних процесів в плазмі під дією ферментів заквашувальної лактофлори.

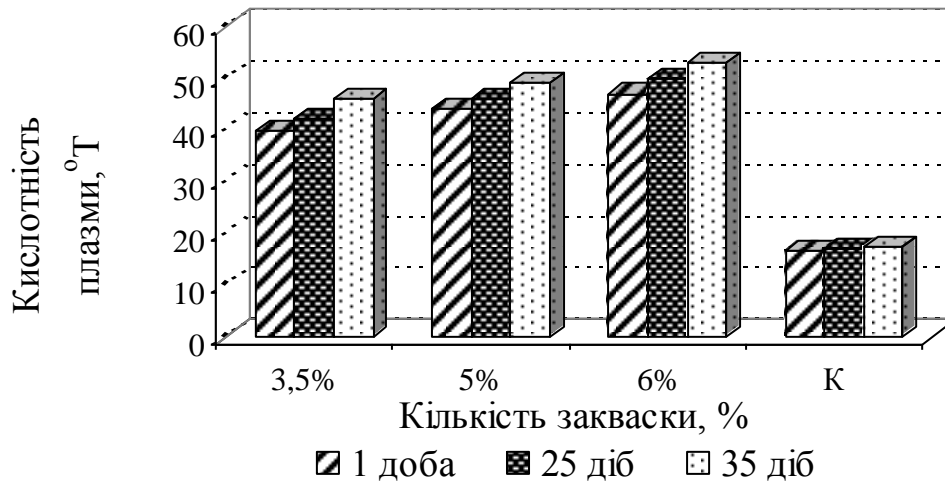


Рис. 6.16. Зміна титрованої кислотності плазми під час зберігання кисловершкового масла з різними дозами закваски

Відомо, що кислотність молочного жиру визначається наявністю вільних жирних кислот, збільшення яких може бути пов'язане не тільки з окиснювальним псуванням продукту, але й з факторами сировинного та технологічного походження. У всіх вироблених продуктах кислотність жирової фази продуктів зростала лише на 0,02-0,03 °К і наприкінці зберігання знаходилася на рівні 1,24-1,26 °К (280).

Дослідження формування смако-ароматичних властивостей кисловершкового масла. Приділено увагу вивченню вмісту діацетилу – як основного компоненту аромату, а також нагромадженню летких органічних кислот, вільних амінокислот, лактонів, альдегідів, спиртів, які впливають на формування смакового «букету» продукту.

Було з'ясовано, що використання більшої кількості закваски давало змогу збагатити кисловершкове масло вищим вмістом ароматичних компонентів. Ця тенденція в основному простежувалася і наприкінці зберігання продуктів. Зокрема, на всіх досліджуваних етапах кисловершкове масло характеризувалося

вищим вмістом діацетилу та летких органічних кислот, ніж солодковершкове. Це свідчить про беззаперечну роль закваски у формуванні смакових якостей кисловершкового масла. Встановлено, що в зразках кисловершкового масла з 3,5-5,0 % закваски впродовж 25 діб зберігання вміст діацетилу зростає у 1,1-1,2 рази, після чого спостерігали поступове його зниження (рис. 6.17).

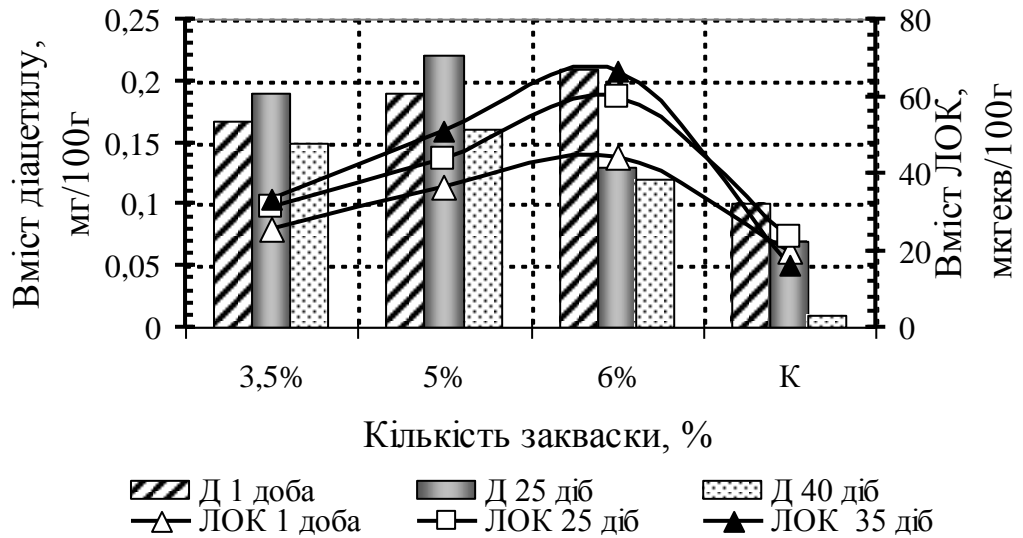


Рис. 6.17. Нагромадження діацетилу та летких органічних кислот упродовж зберігання кисловершкового масла

Аналіз вмісту летких органічних кислот (у перерахунку на оцтову кислоту) показав їх поступове збільшення впродовж зберігання. Так, за весь період зберігання кількість цих сполук зростає у 1,3-1,5 рази відносно початкового вмісту і досягла 33,5-66,7 мекв/100 г.

Було відмічено значні розбіжності як в загальній кількості летких органічних кислот, так і частки кожної у загальному складі. Однак у всіх дослідних зразках масла спостерігається тенденція до підвищеного їх вмісту, порівняно з контролем (табл. 6.6). У свіжовироблених продуктах кількість летких органічних кислот складала 17,8-27,1 мг/кг і серед них домінувала оцтова кислота (86-90 %), вміст якої після 40 діб зберігання знизився до 82,3-89,7 %.

Специфічні властивості КВМ також були зумовлені значним вмістом ізовалер'янової кислоти (4,2-4,7 %) та масляної кислоти (8,3-8,8 %). Незалежно від кількості закваски, у всіх дослідних зразках вміст валер'янової кислоти коливався в межах 0,008-0,010 мг/кг і після 40 діб зберігання знижувався до 0,004-0,005

мг/кг. У солодковершковому маслі спостерігали менші кількості летких кислот як у свіжому маслі, так і після зберігання.

Таблиця 6.6 – Зміна основних смако-ароматичних речовин кисло- та солодковершкового масла впродовж зберігання за температури $-(5-0)^\circ\text{C}$

Смако-ароматичні речовини	Свіже		Після 35 діб зберігання	
	КВМ з 3,5-6 % закваски	СВМ	КВМ з 3,5-6 % закваски	СВМ
Леткі органічні кислоти, мг/кг				
Оцтова	16,00-23,24	6,282±0,16	14,24-20,96	7,01±0,28
Пропіонова	0,048-0,089	0,035±0,01	0,058-0,127	0,030±0,01
Ізомасляна	0,027-0,028	0,032±0,01	0,024-0,026	0,030±0,01
Масляна	2,760-2,389	2,871±0,07	0,750-3,176	2,013±0,05
Ізовалерянова	0,836-1,128	1,199±0,02	0,434-0,927	0,983±0,02
Валерянова	0,009-0,010	0,006±0,0002	0,004-0,05	0,001±0,0001
Капронова(гексанова)	0,110-0,201	0,203±0,005	0,128-0,230	0,141±0,004
Гептанова	0,023-0,026	0,037±0,003	0,007-0,08	0,005±0,003
	19,796-27,111	10,665±0,072	15,645-25,57	9,911±0,063
Лактони, мг/кг				
Дельта-дека-лактон	0,313-0,532	0,206±0,04	0,306-1,075	0,354±0,009
Дельта-додека-лактон	0,268-0,386	1,022±0,02	0,349-0,499	0,428±0,001
Гамма-дека-лактон	0,180-0,271	0,173±0,008	0,149-0,200	0,251±0,001
Гамма-додека-лактон	0,082-0,015	0,158±0,004	0,076-0,108	0,143±0,004
Спирти				
Октен-3-ол, мг/кг	0,062-0,077	0,050±0,002	0,027-0,034	0,010±0,001
Пропанол-1, мкг/кг	0,077-0,096	0,058±0,001	0,089-0,162	0,744±0,003
Альдегіди, мг/кг				
Ацетальдегід	1,529-1,706	1,207±0,005	1,548-2,037	1,022±0,05
Ізомасляний альдегід	0,116-0,174	0,189±0,002	0,037-0,133	0,172±0,002
Масляний альдегід	0,058-0,015	0,014±0,004	0,019-0,028	0,030±0,003

Упродовж зберігання відбувалося зниження загального вмісту летких органічних сполук, за винятком пропіонової та капронової кислот, концентрації яких підвищувалися у 1,2-1,4 рази.

Відомо, що у формуванні смаку та аромату кисловершкового масла приймають участь також лактони, які можуть утворюватися за гідролітичного та окиснювального розщеплення білків плазми та жиру. Під час аналізу лактонної фракції кисловершкового масла визначено, що нагромадження лактонів також збільшувалося із зростанням дози закваски з 0,64 до 2,20 мг/кг і в процесі зберігання, про що свідчить загальний приріст лактонів після 40 діб – у 1,3-1,6

рази. Створювана при введенні закваски в масляне зерно кислотність плазми масла значно впливає на співвідношення між лактонами, чим і пояснюється різниця в кількості цих сполук у зразках кисловершкового масла з різними дозами закваски. Характерною особливістю для всіх продуктів був підвищений вміст δC_{10} -лактону.

Встановлено, що у процесі зберігання кисловершкового масла кількості δC_{10} - та δC_{12} – лактонів зростає, тоді як для γC_{10} - і γC_{10} -лактонів спостерігали тенденцію до зниження їхньої кількості. Натомість у солодковершковому маслі вміст усіх лактонів знижувався у 1,7 рази відносно початкового.

Кількість закваски також впливала на склад спиртів та альдегідів. Їх активне накопичення спостерігали зі зростанням кислотності плазми масла, обумовленої різними дозами закваски. Зокрема, вміст октен-3-олу у свіжих продуктах коливалася у межах 0,06-0,08 мг/кг та у процесі зберігання знижувався до 0,03 мг/кг. Натомість концентрація пропанолу-1 у кисловершковому маслі після витримки 35 діб збільшувалася в 1,2-1,8 рази до рівня 0,09-0,16 мкг/кг.

Основним представником альдегідів був ацетальдегід, вміст якого зростав у процесі зберігання продуктів. Водночас було зафіксовано зниження масляного та ізомасляного альдегіду, які також приймають участь у формуванні смакового «букету».

Мікробіологічні процеси відбуваються в плазмі масла і стосуються білкової складової і лактози, причому у маслі з вищою кислотністю плазми білкові речовини зазнають активніших змін. Зокрема, в результаті протеолітичних процесів відбуваються зміни кількісного складу амінокислот, які безпосередньо впливають на смак і стабільність кінцевого продукту, оскільки є свідчення про антиокиснювальну дію деяких з них. Слід зауважити, що ступінь розкладання білків залежить від необхідних для дії протеолітичних ферментів мікроорганізмів, зокрема, від температури зберігання продукту (282). Варто зазначити й те, що трансформація білків масла може бути також пов'язана з появою таких його вад як гіркий, затхлий, гнилісний, рибний та інших присмаків. Тому смак та аромат

масла, а також його стійкість під час зберігання, залежать від хімічного складу та властивостей плазми.

З огляду на це, було досліджено вплив температурних умов зберігання на склад вільних амінокислот плазми кисло- та солодковершкового масла.

Як свідчать отримані результати досліджень (табл. 6.7), застосування закваски призводить до значного нагромадження вільних амінокислот у свіжовиготовленому КВМ. Причому на загальний вміст вільних амінокислот у свіжих продуктах впливає початкова кислотність плазми, зі збільшенням якої зростає їх концентрація. Це пов'язано з активнішою діяльністю мікрофлори у разі більшої кількості внесеної закваски. Зокрема, у свіжому кисловершковому маслі кількість амінокислот була вищою у 2,8 рази порівняно з солодковершковим маслом.

Завдяки введенню закваски на стадії формування структури кисловершкове масло збагачується на 86,0 % незамінними та замінними амінокислотами – валіном, лізином, лейцином, глютаміною та аспарагіною кислотою, серином, проліном, аланіном, тоді як у солодковершковому маслі переважають лише замінні амінокислоти – глютамінова, пролін, серин, гліцин, аланін, гістидин і складають 77,9 % від усіх виявлених в його плазмі вільних амінокислот. Під час зберігання у кисловершковому маслі нагромадження загальної кількості вільних амінокислот відбувається у 2,3 рази інтенсивніше порівняно з солодковершковим.

Якщо в солодковершковому маслі за $-(5-0)^\circ\text{C}$ максимальне збільшення загальної кількості вільних амінокислот було виявлено після 17 діб і надалі їх вміст зменшувався, не досягаючи початкової величини, то у плазмі кисловершкового масла концентрація вільних амінокислот поступово зростала. У солодковершковому маслі через відсутність активної мікрофлори закваски найменшим змінам піддавались лише окремі вільні амінокислоти, що вказує про незначний перебіг протеолітичних процесів під час зберігання продукту.

Характерним для КВМ є те, що концентрація більшості вільних амінокислот зростає впродовж зберігання, тоді як кількість інших досягає певного максимуму і потім знижується. Цей факт, очевидно, відображує різноманітні перетворення

амінокислот в інші сполуки. Було зафіксовано стрімкий спад ізолейцину, метіоніну, тирозину, серину, аланіну, гістидину після 17 діб зберігання. Надалі їх кількість поступово зростала. У солодковершковому маслі зміна концентрації всіх амінокислот відбувалася по-різному, незалежно від температури зберігання. При цьому частка амінокислот, таких як метіоніну та треоніну у амінограмі на всіх досліджуваних етапах зберігання масла була незначною.

Наприкінці регламентованого терміну зберігання (35 діб) загальна кількість вільних амінокислот у солодковершковому маслі складала до 79,6 мкг/г, у кисловершковому маслі збільшилася до 228,7 мкг/г за рахунок істотнішого утворення гістидину – в 3,4 рази, тирозину – 2,4 рази, валіну – 2,0 рази, лейцину – 1,9 рази, фенілаланіну, серину – 1,8 рази серину, проліну та аспарагінової кислоти – в 1,4 рази.

Зміна мікробіологічних показників кисловершкового масла за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$. Аналіз мікробіологічних показників кисловершкового масла за зберігання за низьких температур $-(6-11)^\circ\text{C}$ показав, що чисельність заквашувальної мікрофлори залишалася стабільною впродовж 25 діб (рис. 6.18). Проте надалі спостерігали відмирання усіх складників закваски.

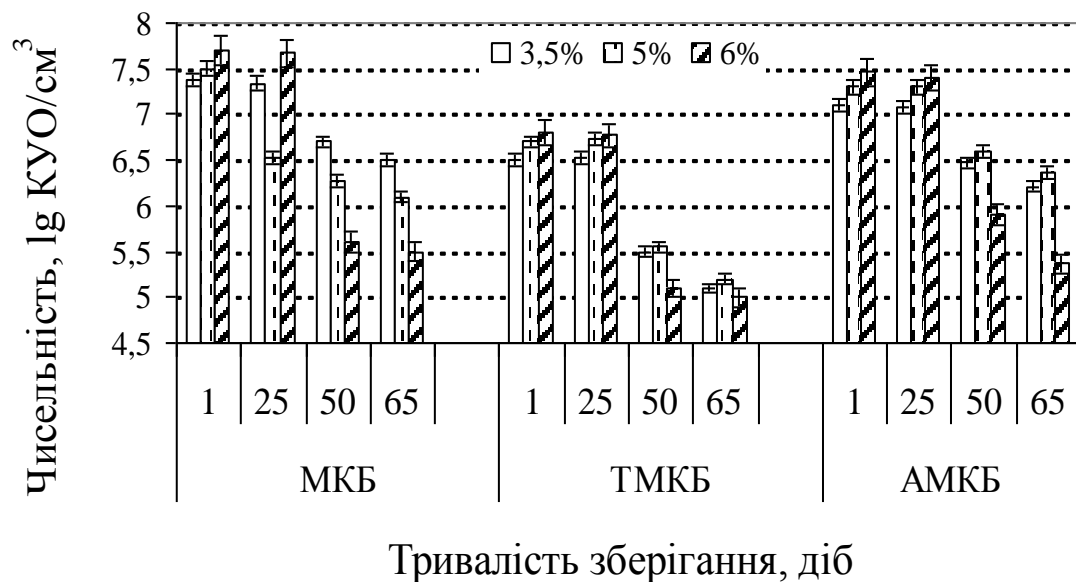


Рис. 6.18. Зміна лактофлори закваски впродовж зберігання кисловершкового масла за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$

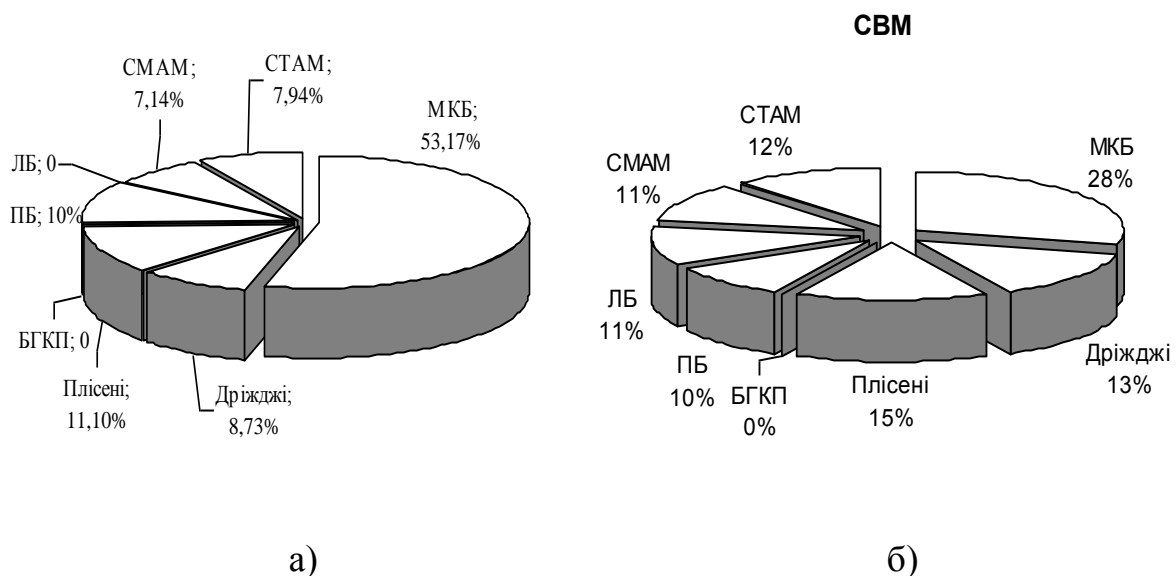
Таблиця 6.7 – Зміна вмісту вільних амінокислот кисло- та солодковершкового масла
впродовж зберігання за температури $-(5-0) ^\circ\text{C}$ ($n=4, p\leq 0,3$)

Вільні Амінокислоти	Кисловершкове масло				Солодковершкове масло			
	0	17	35	45	0	17	35	45
Незамінні:								
Валін	13,52±0,27	14,62±0,3	17,72±0,35	28,21±0,5	2,31±0,1	4,23±0,1	1,00±0,05	5,29±0,12
Лізин	10,37±0,2	3,0±0,01	6,37±0,17	11,02±0,45	1,53±0,02	5,45±0,05	3,00±0,07	1,29±0,02
Лейцин	10,20±0,3	8,29±0,16	27,29±0,44	38,4±1,04	1,94±0,3	7,60±0,22	6,77±0,20	5,77±0,12
Ізолейцин	2,72±0,06	1,0±0,02	3,57±0,08	7,22±0,21	0,67±0,06	2,54±0,08	0,99±0,02	0,78±0,02
Метіонін	2,40±0,07	0,74±0,02	1,07±0,02	1,08±0,02	-	0,53±0,02	0,39±0,01	-
Тирозин	3,0±0,09	1,92±0,03	7,21±0,09	12,74±0,11	1,05±0,01	2,99±0,07	5,07±0,04	6,99±0,11
Треонін	1,62±0,03	1,9±0,003	1,95±0,02	1,90±0,02	1,14±0,3	2,12±0,03	2,41±0,04	2,48±0,04
Фенілаланін	6,70±0,13	11,12±0,18	3,93±0,06	1,44±0,07	-	3,09±0,02	2,88±0,03	0,39±0,01
Замінні:								
Глютамінова	6,95±0,23	7,96±0,03	44,08±0,9	49,03±1,6	4,22±0,08	33,27±0,6	24,81±0,2	14,62±0,1
Аспаргінова	8,30±0,2	14,20±0,3	19,45±0,51	25,83±0,73	2,10±0,05	9,64±0,23	5,54±0,11	6,74±0,12
Аргінін	-	-	1,09±0,02	-	-	-	-	-
Серин	9,00±0,23	8,2±0,22	11,45±0,25	17,46±0,51	7,19±0,21	6,13±0,19	1,79±0,02	2,47±0,05
Пролін	29,29±3,3	40,00±1,2	52,39±1,03	78,20±2,4	4,34±0,86	29,94±0,09	6,99±0,11	5,78±0,12
Гліцин	9,60±0,25	6,90±0,15	11,17±0,21	14,03±0,4	10,36±0,33	8,25±0,33	8,85±0,30	10,05±0,35
Аланін	14,02±0,19	10,30±0,08	9,47±0,18	18,42±1,00	6,80±0,13	8,46±0,25	2,64±0,05	9,56±0,3
Цистеїн	-	0,30±0,03	-	-	-	-	-	-
Гістидин	9,45±0,28	10,20±0,24	10,53±0,27	15,87±0,36	4,90±0,02	9,42±0,28	6,50±0,14	5,45±0,09
Сума	137,14±3,9	140,65±5,8	228,74±4,57	320,85±8,7	48,55±0,98	133,66±3,4	79,63±1,3	77,66±1,1

Зокрема, за наступних 40 діб зберігання загальна чисельність МКБ, в тому числі ароматоутворювальних лактобактерій, у всіх вироблених продуктах знижувалася на 13-29 % відносно їх початкового вмісту. При цьому чисельність життєздатних клітин термофільної та мезофільної лактофлори в дослідних зразках після 65 діб зберігання знаходилися на рівні $5,0-5,2 \lg \text{ КУО/см}^3$ і $5,5-6,4 \lg \text{ КУО/см}^3$, і складала близько 83-97 % від вмісту у продуктах, що зберігали за $-(5-0)^\circ\text{C}$. За даного температурного режиму інтенсивніше відмирили термофільні мікроорганізми.

Слід зазначити, що окрім бажаної мікрофлори, яку вносять з закваскою, у продукті завжди присутні мікроорганізми незаквашувального походження, джерелом яких є молочна сировина, обладнання, повітря тощо. Ферменти залишкової мікрофлори є ініціаторами і каталізаторами процесів псування плазми і жирової фази масла. З огляду на це, крім молочнокислих мікроорганізмів закваски, які домінують у виробленому кисловершковому маслі, було досліджено поведінку окремих представників контамінантної, в основному технічно-шкідливої мікрофлори, що впливає на якість та споживчі властивості продукту.

Упродовж зберігання рівень мікробіологічного забруднення зменшувався зі збільшенням дози закваски та її кислотності. Узагальнені дані після 35 діб зберігання продуктів представлено на рис. 6.19.



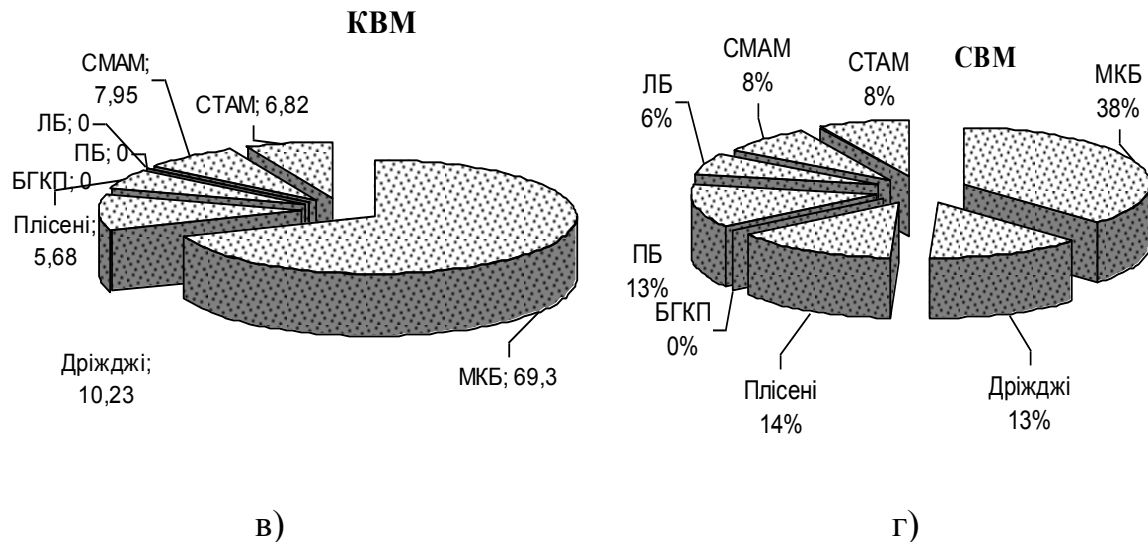


Рис. 6.19. Склад мікрофлори вершкового масла після зберігання у спожитковому пакуванні:

за температури (5-0) °C: а) КВМ; б) СВМ;
за температури -(6-11) °C: в) КВМ; г) СВМ

Стороння мікрофлора у свіжих продуктах була представлена дріжджами, пліснявами, БГКП, протеолітичними бактеріями (ПБ), ліполітичними бактеріями (ЛБ) і в 1 г продукту була на рівні $3,0 \cdot 10^2$ КУО, $2,5 \cdot 10^2$ КУО, $6,8 \cdot 10^2$ КУО, $2,0 \cdot 10^1$ КУО, $2,8 \cdot 10^2$. Кількість спор мезофільних (СМAM) та термофільних аеробних мікроорганізмів (СТАМ) складала $8,0 \cdot 10^1$ КУО і $1,0 \cdot 10^2$ КУО відповідно.

На кінець зберігання за температури (5-0) °C у дослідних зразках КВМ та контролі вміст молочнокислої мікрофлори складав 53 і 28 %. За температури -(6-11) °C – частка її збільшувалася до 69 і 38 %, що свідчить про істотне відмирання всіх сторонніх мікроорганізмів.

За досліджуваної температури -(6-11) °C відбувалося стрімке відмирання всіх сторонніх мікроорганізмів. Загалом, рівень усіх представників сторонньої мікрофлори був у КВМ нижчим порівняно із СВМ, можливо через її пригнічення заквашувальною мікрофлорою. Близько 15 % від загальної чисельності припадає на дріжджі та плісняви, які є психрофільними і краще пристосовані до низьких температур. Особливо слід відмітити відсутність ліполітичних бактерій. І хоча джерелом живлення для них може бути молочний жир, але перевагу вони віддають доступним речовинам, конкуренція за які є дуже жорсткою. Повільний гідроліз молочного жиру не забезпечує ліполітичним мікроорганізмам необхідну

кількість поживних речовин. Отож, цими обома факторами і пояснюється їх повна відсутність на кінець терміну зберігання.

БГКП, які свідчать про мікробіологічну безпеку продукту та санітарно-гігієнічний стан виробництва, як відомо, визначають за чисельністю БГКП. У обох видах продуктів вони були відсутні. Поясненням цьому можуть бути температурні умови зберігання $-(6-11)^\circ\text{C}$, які для мікроорганізмів з оптимальною температурою розвитку 37°C є згубними. Введення закваски в продукт в значній мірі захищає масло від розвитку сторонньої мікрофлори і дозволяє прогнозувати його ліпшу здатність до зберігання. Очевидно, зміна в чисельності різних груп мікроорганізмів повною мірою взаємопов'язані та обумовлені наявністю заквашувальної мікрофлори та продуктів її життєдіяльності.

Важливо, щоб впродовж всього терміну зберігання всі вироблені продукти за вмістом БГКП, кількістю дріжджів та пліснявих грибів відповідали вимогам діючого стандарту.

Дослідження зміни фізико-хімічних показників. За температури $-(6-11)^\circ\text{C}$ біохімічні процеси у КВМ сповільнювалися, на що вказує стриманіше зростання кислотності плазми (рис 6.20).

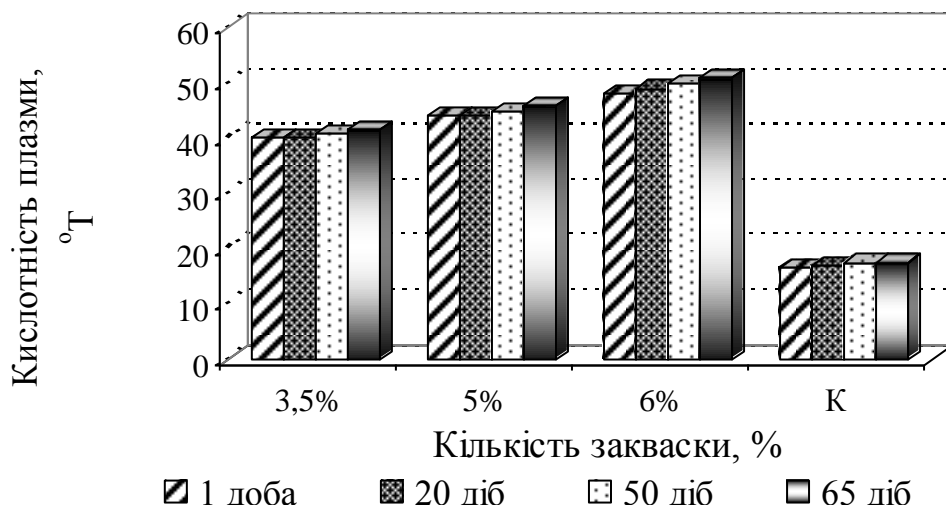


Рис. 6.20. Динаміка зміни титровної кислотності плазми під час зберігання кисловершкового масла в залежності від кількості закваски

Так, наприкінці зберігання у готових продуктах кислотність плазми не перевищувала $42-51^\circ\text{T}$, тоді як за $(0-5)^\circ\text{C}$ її кислотність сягала уже $46-53^\circ\text{T}$. У солодковершковому маслі цей показник складав не більше $17,5^\circ\text{T}$.

Дослідження формування смако-ароматичного букету кисловершкового масла. Динаміка вмісту діацетилу за низьких температур зберігання $-(6-11)^\circ\text{C}$ свідчить, що його нагромадження продовжувалося на 15 діб довше, ніж у продуктах, які зберігали за температури $-(5-0)^\circ\text{C}$. За 40 діб зберігання кількість діацетилу зросла до 0,26-0,30 мг/100 г (рис 6.21).

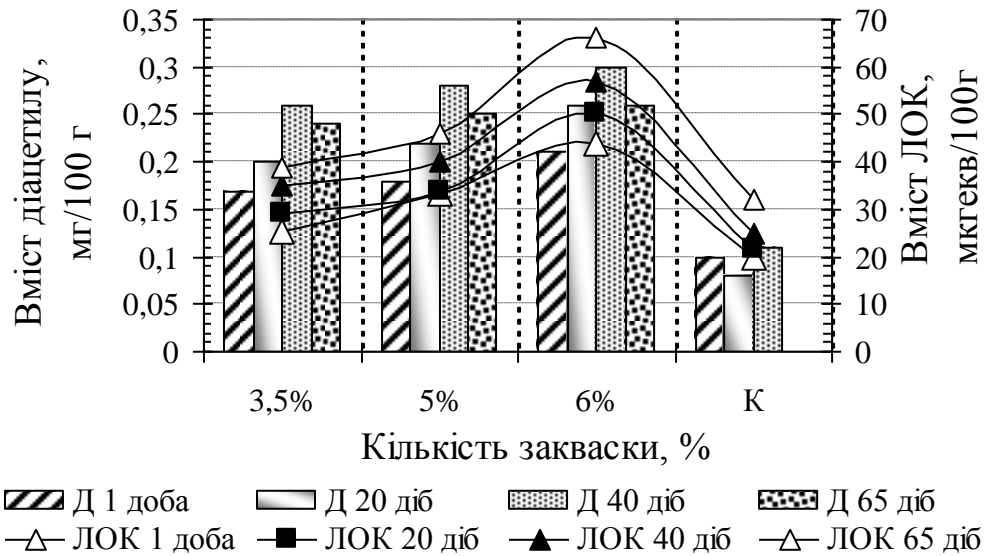


Рис. 6.21. Нагромадження діацетилу та летких органічних кислот упродовж зберігання кисловершкового масла

На думку вчених (78-81) причиною підвищеного вмісту діацетилу в кислому середовищі є сприятливі окисно-відновні умови, за яких частина ацетону окиснюється до діацетилу. Після 40 діб зберігання у кисловершковому маслі втрачалось від 7,7 % до 13,3 % діацетилу, проте наприкінці 65 діб зберігання його кількість становила 0,24-0,26 мг/100 г. Слід зауважити, що навіть у свіжому солодковершковому маслі діацетилу було у 1,63-2,1 рази менше, ніж у дослідних зразках КВМ, а наприкінці терміну зберігання його взагалі не було виявлено. Істотніше зменшення діацетилу пов'язане з життєдіяльністю лактобактерій, які призводять до активного відновлення діацетилу.

Кількість летких органічних кислот збільшувалась у КВМ упродовж всього терміну зберігання на 45-54 % і через 65 діб коливалася в межах від 39 мкгекв/100 г до 66 мкгекв/100 г. У контрольному зразку їх рівень був нижчим у 1,4-2,0 рази. Виявлено, що дослідні продукти через 65 діб за $-(6-11)^\circ\text{C}$ та ті, що зберігали за

температури $-(5-0)^\circ\text{C}$ на кінець терміну придатності мали практично однаковий вміст летких кислот.

Органолептичну оцінку смаку і запаху проводили за 10-бальною системою. Показано, що кисловершкове масло довше зберігає свою свіжість, ніж солодковершкове. Очевидно, збереженню натуральності продукту сприяє молочна кислота, яка діє як консервант, а також ароматичні речовини, як-то діацетил та леткі органічні кислоти, що утворюються у результаті життєдіяльності лактофлори закваски. Ці метаболіти пригнічують ріст сторонньої мікрофлори і запобігають псуванню продукту.

У результаті дегустації було встановлено, що для кисловершкового масла кращими умовами зберігання є температура $-(6-11)^\circ\text{C}$ та збільшення кількості закваски до 6 %, що надавало продукту навіть наприкінці зберігання вираженого кисломолочного присмаку. Позитивним моментом було те, що бальна оцінка смаку і запаху знизилася лише після 65 діб, що дає можливість продовжити термін зберігання ще на 5 днів (табл. 6.8). Однак, за плюсових температур зберігання ці продукти були менш стійкими і швидше втрачали свою свіжість. Їхня оцінка за смаком і запахом знижувалася на 0,5-1,5 бали.

Таблиця 6.8 – Органолептична оцінка смаку і запаху кисловершкового масла у процесі зберігання

КВМ з закваскою у кількості, %	Органолептична оцінка смаку і запаху, бали		
	Свіже масло	Температурні режими зберігання	
		$(0-5)^\circ\text{C}$ (35 діб)	$-(5-11)^\circ\text{C}$ (65 діб)
3,5	9,5	8,0	8,5
5,0	10,0	9,0	9,5
6,0	9,5	9,0	9,5
К	10,0	8,0	8,5

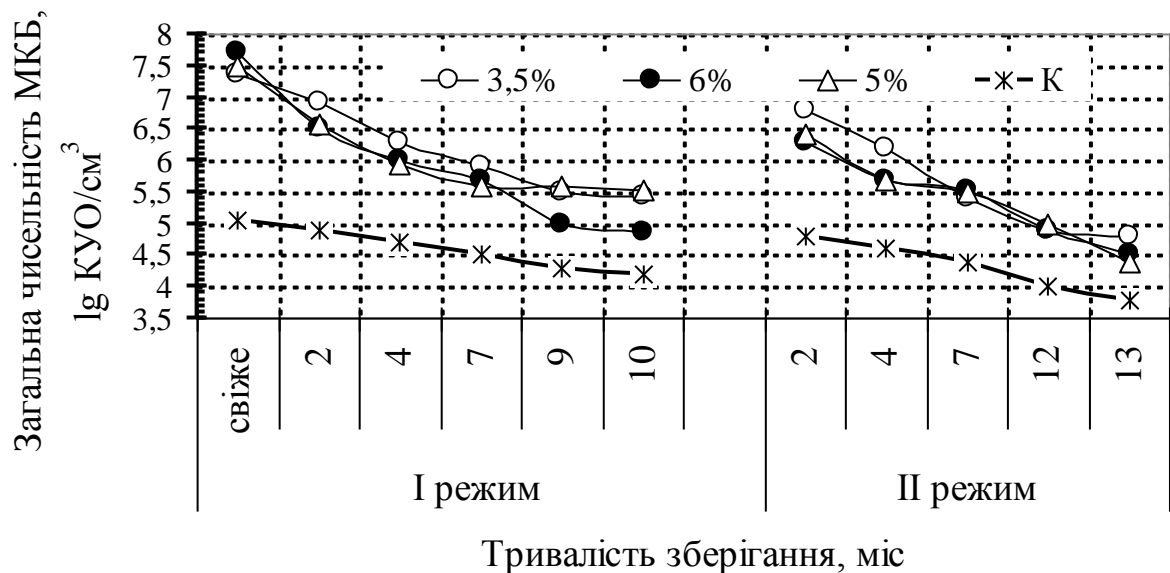
Таким чином, встановлено, що інтенсивність мікробіологічних та фізико-хімічних процесів під час зберігання залежить від дози закваски та визначає вираженість смакових якостей та ступінь свіжості кисловершкового масла. Кінцеві продукти відповідали мікробіологічним і фізико-хімічним показникам відповідно до чинних нормативних документів.

6.2.2.2. *Зміна показників якості кислоторшксового масла в умовах низькотемпературного зберігання у моноліті за температури $-(6-11) ^\circ\text{C}$ та $-(12-18) ^\circ\text{C}$. Незважаючи на те, що в умовах низькотемпературного зберігання вершкового масла розвиток мікрофлори зупиняється у зв'язку із зміною агрегатного стану плазми і жирової фази масла із рідкого в твердий, зміни якості масла можуть відбуватися на пізнішій стадії (64).*

Тому було досліджено показники якості кисло- та солодковершкового масла, які зберігали у моноліті за температурних режимів, передбачених камерами заводів і холодильників: $-(6-11) ^\circ\text{C}$ впродовж 9 міс (І режим) та за $-(12-18) ^\circ\text{C}$ впродовж 12 міс (ІІ режим) за ДСТУ 4399:2005.

Встановлено, що мікробіологічні процеси у всіх зразках масла зупинилися відразу після їх закладки на довготривале зберігання. Свідченням цього є поступове зниження кількості всіх складників заквашувальної мікрофлори. Відмирання клітин інтенсивніше відбувалося за зберігання масла за нижчих температур $-(12-18) ^\circ\text{C}$.

Порівняльний мікробіологічний аналіз (рис. 6.22) показав, що відмирання лактофлори відбувалась приблизно з однаковою інтенсивністю за І режиму упродовж 7 місяців та за ІІ режиму зберігання продуктів – 4 місяців.



а)

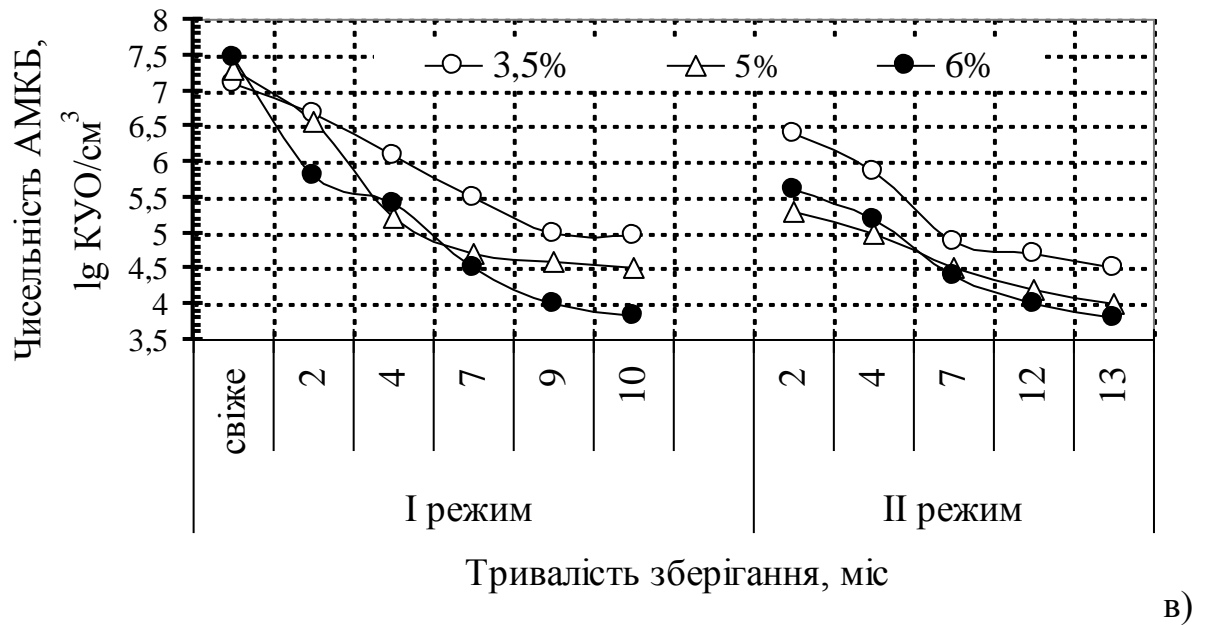


Рис. 6.22. Зміна лактофлори закваски впродовж зберігання кисловершкового масла

за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$ (режим I) та температури $-(12-18)^\circ\text{C}$ (режим II)

К – солодковершкове масло

а) загальна чисельність молочнокислих бактерій (МКБ);

б) чисельність термофільних кислотоутворювальних лактобактерій (ТМКБ);

в) чисельність мезофільних ароматоутворювальних лактобактерій (АМКБ)

Так, уже через 2 місяці у даному зразку за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$ їхня кількість складала, відповідно, $5,8 \lg \text{КУО/г}$ та $5,6 \lg \text{КУО/г}$, тобто 78 % та 82 % по відношенню до мікрофлори свіжого масла. За нижчих температур $-(12-18)^\circ\text{C}$ спостерігали відмирання даних груп мікроорганізмів до 75 та 78 % відповідно.

Через 4 місяці зберігання загальна кількість бактерій у КВМ знижувалася до рівня 6,0-6,3 та 5,7-6,2 lg КУО/г, відповідно, за температурних режимів I та II. Через 7 місяців спостерігали подальше зменшення загальної чисельності лактобактерій до 5,6-5,9 lg КУО/г. Слід зазначити, що за цей період було зафіксовано значні втрати клітин. Частка ароматоутворювальних та кислотоутворювальних культур за зберігання $-(6-11)^\circ\text{C}$ складала відповідно 71-77 та 65-74 % відносно початкового рівня у свіжому маслі, що на 5 % більше, ніж у продуктах, які зберігали за режиму II.

Проте найістотніші зміни у мікробіологічному складі спостерігали наприкінці регламентованого терміну зберігання продуктів. Через 11 місяців у продуктах за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$ кількість ароматоутворювальних лактококів була більшою на 17-22 %, ніж кислотоутворювальних термофільних лактобактерій. Це свідчить про вищу здатність АМКБ до виживання. Однак така закономірність не простежувалась за режиму II. Більша кількість АМКБ, внесених із закваскою, в основному, підтримувалася і в період зберігання. Варто зауважити, що виявлені співвідношення між окремими групами заквашувальної лактофлори кисловершкового масла впродовж зберігання можна пояснити вихідним співвідношенням цих культур у свіжому маслі.

Наприкінці 9 місяців регламентованого терміну зберігання за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$ та 12 місяців за $-(12-18)^\circ\text{C}$ загальна чисельність лактобактерій у продуктах коливалася в межах 5,0-5,5 і 4,5-5,1 lg КУО/г, що складає 63-73 % і 57-65 % клітин відносно їх кількості у свіжому маслі. Через 1 місяць, після закінчення терміну зберігання їх кількість зменшувалася в 1,1 рази. Таким чином можна стверджувати, що режим зберігання $-(12-18)^\circ\text{C}$ на триваліший термін «консервує» заквашувальну лактофлору КВМ.

У солодковершковому маслі загальна чисельність мікрофлори впродовж зберігання, незалежно від температурних умов, залишалася майже на однаковому рівні і лише наприкінці регламентованого терміну істотніше різнилася за даним показником – 4,3 lg КУО/г і 3,6 lg КУО/г відповідно за I та II режимів зберігання.

Рівень мікробіологічного забруднення упродовж зберігання залежав від дози закваски, що підтверджують дані табл. 6.9. Рівень контамінантної мікрофлори на всіх етапах досліджень у солодковершковому маслі, яке має менший захист від сторонніх мікроорганізмів, був вищим порівняно з кисловершковим.

Таблиця 6.9 – Динаміка чисельності сторонньої мікрофлори впродовж зберігання масла

Чисельність, lg КУО/г	Свіже масло	Режим I -(6-11) °C							
		Кисловершкове масло				Солодковершкове масло			
		Тривалість зберігання, міс				Тривалість зберігання, міс			
		4	7	9	10	4	7	9	10
Дріжджі	$3,0 \cdot 10^2$	$3,0 \cdot 10^1$	$8,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^2$	$7,0 \cdot 10^1$	$9,0 \cdot 10^1$	$3,0 \cdot 10^2$	$3,7 \cdot 10^2$
Плісені	$2,5 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$	$9,0 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$
БГКП (колі- форми)	10^2	0	0	0	0	10^1	0	0	0
Протеолітичні бактерії	$2,0 \cdot 10^1$	0	0	0	0	$1,5 \cdot 10^1$	0	0	0
Ліполітичні бактерії	$2,8 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^2$	$4,0 \cdot 10^1$	$5,0 \cdot 10^1$	$2,7 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^2$	$9,0 \cdot 10^1$
СМАМ	$8,0 \cdot 10^1$	$7 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$	$3,0 \cdot 10^1$	$3,0 \cdot 10^1$	$8,0 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^1$
СТАМ	$1,0 \cdot 10^2$	$9 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$	$9,0 \cdot 10^1$	$6 \cdot 10^1$	$4 \cdot 10^1$	$4 \cdot 10^1$
Режим II -(12-18) °C									
Чисельність, lg КУО/г	Свіже масло	Тривалість зберігання, міс				Тривалість зберігання, міс			
		4	7	9	12	4	7	9	12
Дріжджі	$3,0 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$	$7,0 \cdot 10^1$	$9,0 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$	$6,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^2$
Плісені	$2,5 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^1$	$1,2 \cdot 10^1$	$3,0 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$	$9,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^2$
БГКП (колі- форми)	10^2	10^1	0	0	0	0	0	0	0
Протеолітичні бактерії	$2,0 \cdot 10^1$	0	0	0	0	0	0	0	0
Ліполітичні бактерії	$2,8 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^1$	0	0	$2,2 \cdot 10^2$	$7,0 \cdot 10^1$	$5,0 \cdot 10^1$	$4,0 \cdot 10^1$
СМАМ	$8,0 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^1$	$1 \cdot 10^1$	$1 \cdot 10^1$	0	$4 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^1$
СТАМ	$1,0 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^1$	$7 \cdot 10^1$	$5 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^1$

Загалом, низький вміст санітарно-показової та технічно-шкідливої мікрофлори у обох видах масла свідчить про високий загальний рівень санітарно-гігієнічних умов та культури виробництва, а також якості миття і дезінфекції

обладнання на Житомирському заводі, де було вироблено досліджувані зразки (291).

БГКП відмирили незалежно від виду масла та температури зберігання, а після 4-х місяців не було виявлено протеолітичних бактерій.

Швидке відмирання протеолітів у КВМ можна пояснити їх чутливістю до кислої реакції середовища та низьким рівнем їх у свіжому маслі ($2,0 \cdot 10^1$ КУО/г).

Ліполітичні бактерії не витримували низьких температур та поступово відмирили. Зокрема, через 7 міс за режиму II їх кількість у зразках КВМ була на 1,5 порядку нижчою, ніж за режиму I, а через 9 місяців за температури $-(12-18)^\circ\text{C}$ їх взагалі не було виявлено. У СВМ ця різниця становила 0,5 порядку.

Спори мезофільних та термофільних аеробних мікроорганізмів відмирили майже з однаковою інтенсивністю, незалежно від виду продукту та температурних умов його зберігання і наприкінці терміну їх кількість знаходилася в межах $2,0-4,0 \cdot 10^1$ КУО/г (281).

Спостереження за зміною чисельності дріжджів показали, що вони краще переносять температуру $-(6-11)^\circ\text{C}$. За вказаного режиму після 4 міс зниження чисельності дріжджів у кисло- та солодковершковому маслі складало у 6,0 та 4,6 рази відповідно, тоді як за $-(12-18)^\circ\text{C}$ – у 7,5 та 6,0 разів. На кінець терміну зберігання спостерігали поступове зменшення кількості дріжджів та плісняв. Як і у КВМ, виробленого методом збивання, зміна різних груп мікроорганізмів певною мірою взаємопов'язана та обумовлена вмістом заквашувальної мікрофлори і продуктами їх життєдіяльності. Продукти за вмістом БГКП, дріжджів і пліснявих грибів впродовж всього терміну зберігання відповідали вимогам діючого стандарту, що виключає можливість їх псування з мікробіологічних причин. Органолептична оцінка наприкінці терміну зберігання показала, що кисловершкове масло вироблене методом перетворення ВЖВ не втрачало своїх смакових якостей, лише аромат, і характеризується високою стійкістю під час зберігання.

Отже, за визначених температурних режимів зберігання масла, більшість груп мікроорганізмів витримує заморожування, хоча й значна частина клітин при

цьому гине. Швидкість відмирання клітин залежала як від виду мікроорганізмів, так і температури зберігання продуктів.

Порівняльна оцінка мікробного пейзажу у різних видах масла свідчить, що за нижчих температур зберігання завдяки вищій дисперсності плазми розвиток усіх мікроорганізмів продукту обмежується більше і залежить від кислотності плазми, обумовленою дозою закваски.

Таким чином, лактофлора закваски може виступати як один з факторів регулювання мікробіологічної безпеки кисловершкового масла.

Зміна смако-ароматичних властивостей кисло- та солодковершкового масла в умовах низькотемпературного зберігання. У КВМ за весь період зберігання спостерігали збільшення кислотності у продуктах на 6-4 °Т (рис. 6.23).



Рис. 6.23. Зміна кислотності плазми кисловершкового масла впродовж зберігання за різних температурних режимів: -(6-11) °С – режим I; -(12-18) °С – режим II; К – солодковершкове масло

Встановлено, що рівень нагромадження діацетилю та летких органічних кислот у продуктах залежить у більшій мірі саме від кислотності плазми, обумовленої кількістю внесеної закваски, ніж від температурного режиму зберігання (рис. 6.24).

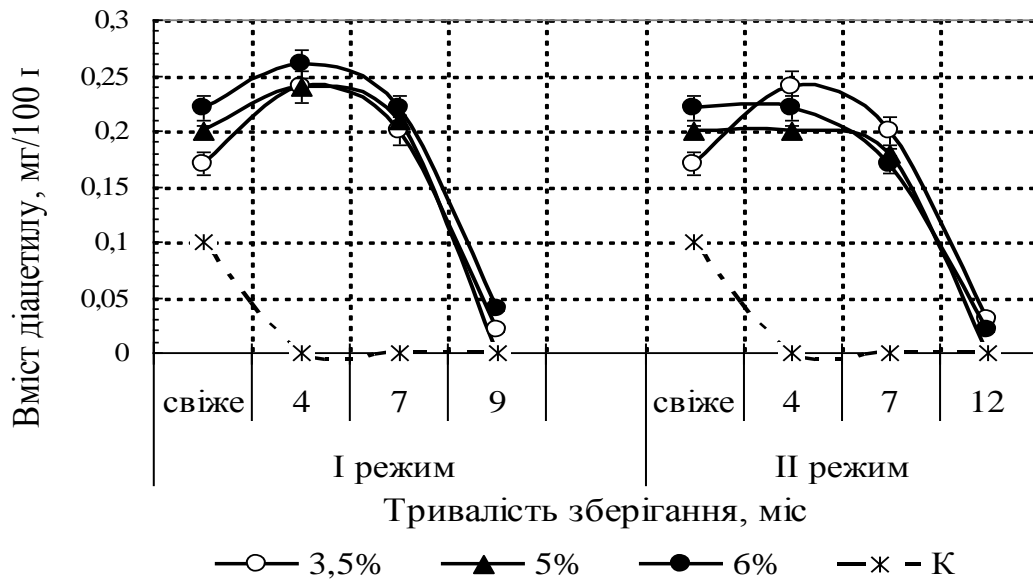


Рис. 6.24. Зміна вмісту діацетилу впродовж зберігання кисловершкового масла за різних температурних режимів:
 -(6-11) °C – режим I; -(12-18) °C – режим II; K – солодковершкове масло

Кількість діацетилу зростала за цих умов впродовж 4 місяців в 1,6-1,5 рази відносно його початкового рівня у свіжому маслі. Ймовірно, темпи нагромадження даної сполуки обумовлені мікробіологічними та окисно-ферментативними процесами, і у кисловершковому маслі з вищою кислотністю плазми сприяли активнішому нагромадженню діацетилу на ранніх стадіях зберігання. Але в подальшому відбувалося його руйнування, особливо у зразку з 6% закваски. Причиною зменшення діацетилу в маслі під час зберігання може бути протеоліз білків, у результаті чого утворюються лужні продукти, зменшується окисно-відновний потенціал середовища і цим самим створюються сприятливіші умови для відновлювальних процесів (64).

За температури -(12-18) °C спостерігали порівняно нижчі концентрації діацетилу на всіх проаналізованих етапах зберігання, ніж за -(6-11) °C. Незважаючи на високу чисельність ароматоутворювальних лактококів у продуктах (7,1-7,6 КУО/см³), його кількість знижувалася. Можливо це пояснюється інтенсивним перебігом окисно-відновних процесів, які викликали його розклад. Незалежно від температури, у продуктах по закінченню терміну зберігання було виявлено лише сліди діацетилу. У солодковершковому маслі наявність діацетилу відмічено лише впродовж 2-х міс зберігання.

Із збільшенням закваски з 3,5 до 6,0 % вміст летких органічних кислот у свіжому кисловершковому маслі зростав з 1,3 до 2,0 разів порівняно з солодковершковим (рис. 6.23). Упродовж зберігання різниця між кількістю летких органічних кислот у обох видах продуктів поступово зменшувалася. Через 9 міс зберігання за $-(6-11)^\circ\text{C}$ вміст летких органічних кислот у КВМ знижувався до 44-55 мкгекв/100 г і наближувався до рівня солодковершкового масла (33 мкгекв/100 г).

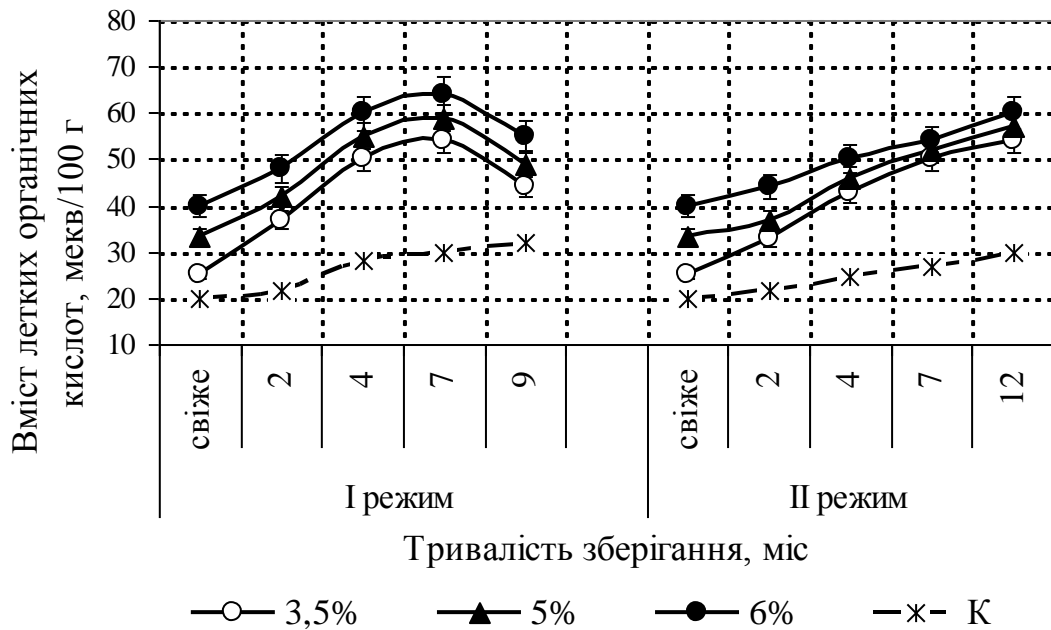


Рис. 6.23. Зміна вмісту летких органічних кислот впродовж зберігання кисловершкового масла за різних температур:

$-(6-11)^\circ\text{C}$ (режим I) та $-(12-18)^\circ\text{C}$ (режим II); К – солодковершкове масло

Встановлено, що за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$ впродовж 7 місяців зберігання у продуктах інтенсивніше нагромаджувалися леткі сполуки, ніж за $-(12-18)^\circ\text{C}$. Однак, наприкінці зберігання їх кількість знаходилася в межах 45-55 мкгекв/100 г та 58-64 мкгекв/100 г відповідно за I та II режимом. Характерним було й те, що у продуктах за II режиму зберігання, особливо з нижчою кислотністю плазми, відбувалося активніше зниження даних сполук, тоді як за режиму III спостерігали подальше зростання летких кислот.

Очевидно, що повільні зміни кислотності плазми свідчать про слабкий перебіг біохімічних процесів, який не здатен викликати істотні зміни у нагромадженні діацетила та летких органічних кислот. Встановлено, що вміст

основних смако-ароматичних речовин та їх нагромадження у процесі зберігання залежить від початкової кислотності плазми свіжого масла, обумовленої кількістю внесеної закваски.

У процесі зберігання масла відбуваються зміни у кількості кислот (табл. 6.10), особливо оцтової, масляної та ізовалер'янової, що пов'язано з кислотністю плазми, а, отже дозою закваски.

Таблиця 6.10 – Зміна летких органічних кислот у KBM та CBM впродовж зберігання

Леткі органічні кислоти, мг/кг	Температура зберігання -(6-11) °C (II режим)	
	<i>KBM</i>	<i>CBM</i>
	3,5 - 6%	
Свіже масло у віці 2 доби		
Оцтова	16,00 - 23,24	6,28±0,05
Пропіонова	0,048 - 0,089	0,035±0,001
Ізомасляна	0,027 - 0,028	0,032±0,001
Масляна	2,760 - 2,760	2,871±0,02
Ізовалер'янова	0,836 - 1,128	1,199±0,02
Валер'янова	0,009 - 0,01	0,006±0,001
Капронова	0,110 - 0,201	0,203±0,003
Гептанова	0,023 - 0,026	0,037±0,001
Всього:	19,796 - 27,111	10,665±0,07
6 місяців		
Оцтова	18,034 - 25,56	6,78±0,04
Пропіонова	0,031 - 0,062	0,027±0,001
Ізомасляна	0,051 - 0,067	0,011±0,003
Масляна	2,776 - 2,338	3,301±0,001
Ізовалер'янова	0,902 - 1,340	0,680±0,013
Валер'янова	0,012 - 0,061	0,102±0,001
Капронова	0,136 - 0,177	0,100±0,001
Всього:	21,940 - 29,604	11,001±0,010
12 місяців		
Оцтова	13,463 - 13,889	4,257±0,320
Пропіонова	0,031 - 0,025	0,023±0,001
Ізомасляна	0,005 - 0,011	0,009±0,001
Масляна	1,392 - 0,827	3,398±0,021
Ізовалер'янова	0,666 - 0,564	0,292±0,032
Валер'янова	0,007 - 0,008	0,037±0,034
Капронова	0,073 - 0,169	0,140±0,015
Всього:	15,636 - 15,492	8,156±0,087

Частка оцтової кислоти у свіжих продуктах з кислотністю плазми 40-48 °Т складала відповідно 85,1-85,0 %, тоді як у солодковершковому маслі частка згаданої сполуки становила 58,9 %.

У кисловершковому маслі за температурного режису зберігання -(6-11) °С відбувалося незначне зростання загальної кількості летких органічних кислот, за винятком пропіонової та валер'янової кислот. Встановлено, що у всіх зразках продукту на всіх досліджуваних етапах зберігання кількість оцтової кислоти була найбільшою. Зокрема, за температури -(6-11) °С впродовж 6 місяців було зафіксовано її збільшення в 1,1-1,2 рази до 18,03-25,56 мг/кг. За даного режиму концентрація ізомасляної кислоти зростала в 1,9-2,4 рази.

Збільшення загальної кількості летких органічних кислот у солодковершковому маслі впродовж 6 місяців в основному відбувалося за рахунок оцтової кислоти в 1,1 рази, масляної – в 1,2 рази, валер'янової – в 17,0 разів, тоді як частка таких кислот як пропіонової, ізомасляної, ізовалер'янової, зменшувалася відповідно в 1,3, 2,9, 1,8 рази. Також визначено, що кількість масляної у солодковершковому маслі була вищою, ніж у кисловершковому маслі на 13-32 %. Після 12 місяців зберігання загальний вміст кислот у зразках кисловершкового масла здебільшого був нижчим від початкового рівня у свіжому маслі. У солодковершковому маслі вміст летких кислот за -(6-11) °С був у 1,9 рази меншим порівняно з кисловершковим маслом.

Вплив температурних режимів зберігання на зміну складу лактонів, важливих для утворення аромату вершкового масла, представлено на рис. 6.24. Встановлено, що загальна кількість лактонів у свіжих зразках кисловершкового масла залежала від вихідної кислотності плазми продукту, варіювала у межах 0,84-1,20 мг/кг і була нижчою у 1,8-1,3 рази порівняно з солодковершковим маслом. Активніше нагромадження лактонів відбувається впродовж 6 місяців у всіх зразках кисловершкового масла з кислотністю плазми 40 °Т та за зберігання за температури -(6-11) °С. У продуктах з 3,5 та 6,0 % закваски за цей період спостерігали їх зростання з 2,0 до 1,9 разів відносно початкової кількості та активніше зниження з 0,1 до 0,07 мг/кг δC_{12} -лактону, що характеризується

маслянистим ароматом з нотами кокосового горіху. За температури $-(12-18)^\circ\text{C}$ його кількість у всіх варіантах кисловершкового масла зменшувалася.

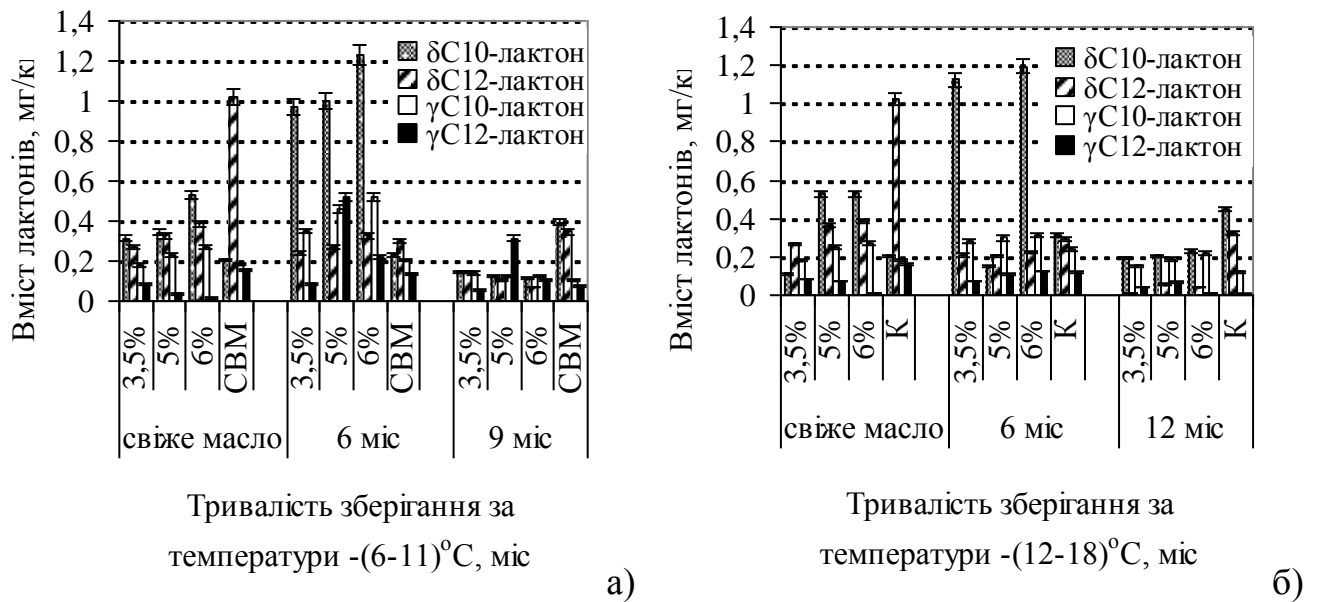


Рис. 6.24. Зміна лактонів впродовж низькотемпературного зберігання кисло- та солодковершкового масла:

а) за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$; б) за температури $-(12-18)^\circ\text{C}$

Водночас, у солодковершковому маслі після 6 місяців зберігання спостерігали зниження загальної кількості лактонів. При цьому було зафіксовано найстрімкіший спад γC_{12} -лактону і δC_{12} -лактону, вміст яких становив відповідно 87,7 та 65,9 % від початого рівня. Надалі відбувалося незначне збільшення їх кількості за обох режимів.

У КВМ за цей період також відбувалося зниження лактонів з 71 % з 3,5% закваски до 82 % у КВМ із 6 % закваски. За переконаннями (68), причиною втрат даних ароматичних компонентів є активніше перетворення лактонів в оксикислоти внаслідок гідролітичних процесів. Цікаво, що після закінчення регламентованих термінів зберігання у зразках кисловершкового масла з різними дозами закваски, не виявлено істотних відмінностей у загальному вмісті лактонів, хоча їх кількість була нижчою порівняно із свіжими продуктами.

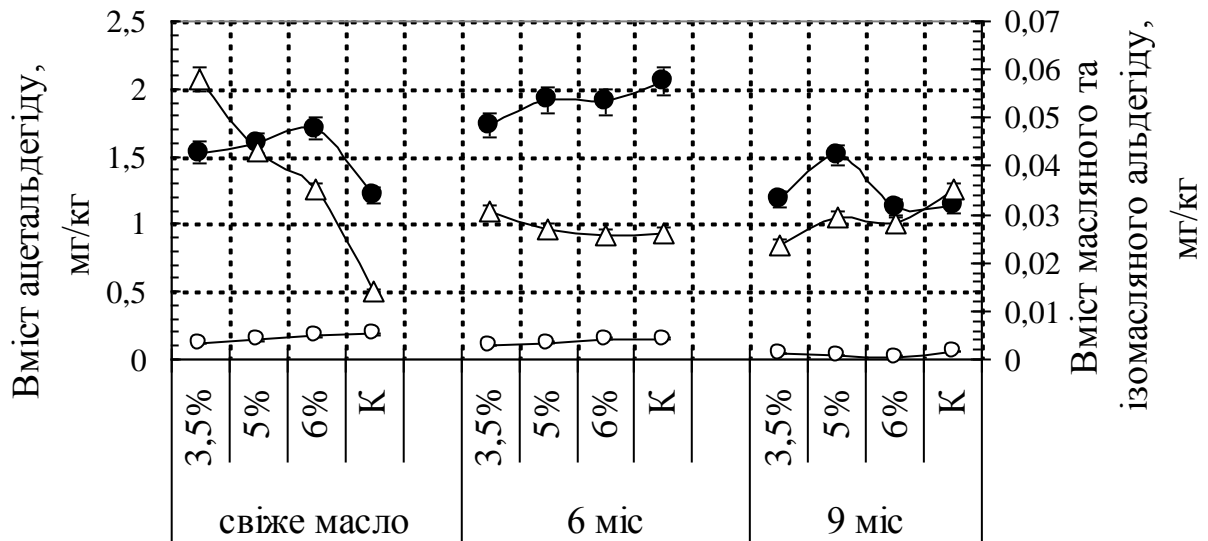
За температури $-(12-18)^\circ\text{C}$ через 12 місяців зберігання кількість δC_{10} -, γC_{10} -лактонів, які позитивно впливають на вираженість аромату продукту, була вищою, ніж за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$ через 9 міс. Незважаючи на триваліший термін зберігання, через 12 місяців за температури $-(12-18)^\circ\text{C}$ у всіх зразках

кисловершкового масла їх кількість коливалася в межах 0,20-0,23 мг/кг та 0,15-0,22 мг/кг відповідно. У продуктах, що зберігались за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$ через 9 місяців їх значення складали лише 0,11-0,15 мг/кг та 0,12-0,15 мг/кг.

Отже, як і у випадку з діацетилом, леткими органічними кислотами доза внесеної закваски та, відповідно, кислотність плазми продуктів, температурні умови зберігання також впливають на кількісний склад лактонів.

Динаміку вмісту основних карбонільних сполук за різних температур зберігання представлено на рис. 6.25. Зокрема, вміст ацетальдегіду у солодковершковому маслі був вищим на 20,1-41,34 %, ніж у всіх зразках кисловершкового масла. Через 6 міс зберігання його кількість зростала у 1,1-1,7 разів, але надалі знижувалася. Наприкінці регламентованого терміну зберігання кількість ацетальдегіду дещо відставала від продуктів, що зберігали за нижчих температур $-(12-18)^\circ\text{C}$.

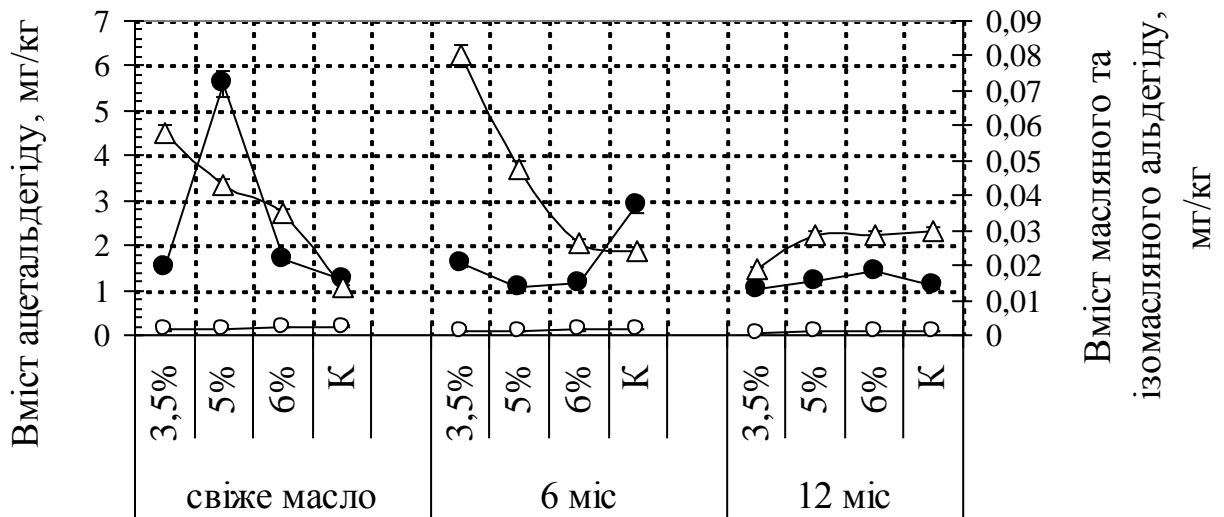
Концентрація ізомасляного альдегіду у KBM через 6 міс зберігання знижувалася у 1,1-1,2 рази відносно їх початкового рівня у свіжому маслі. Після 12 місяців у всіх зразках кисловершкового масла, що зберігались за температури $-(12-18)^\circ\text{C}$, було зафіксовано нижчі значення згаданої сполуки – до 0,05-0,09 мг/кг, тоді як за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$ його значення складали лише 0,02-0,04 мг/кг, причому їхня кількість наближалася до солодковершкового масла. Характерним було також й те, що вміст ізомасляного альдегіду у солодковершковому маслі на всіх проаналізованих етапах був вищим, ніж у кисловершковому маслі. Натомість на початку зберігання кількість масляного альдегіду у кисловершковому маслі порівняно з солодковершковим була у 2,5-4,1 рази вищою і складала 0,04-0,06 мг/кг.



Тривалість зберігання за температури $-(6-11)^{\circ}\text{C}$, міс

● ацетальдегід ○ ізомасляний альдегід △ масляний альдегід

а)



Тривалість зберігання за температури $-(12-18)^{\circ}\text{C}$, міс

● ацетальдегід ○ ізомасляний альдегід △ масляний альдегід

б)

Рис. 6.25. Зміна вмісту альдегідів впродовж низькотемпературного зберігання кисло- та солодковершкового масла:

а) за температури $-(6-12)^{\circ}\text{C}$; б) за температури $-(12-18)^{\circ}\text{C}$

Отримані дані також підтверджують значимість впливу температур зберігання та кислотності плазми на накопичення альдегідів у продукті.

Зміну спиртів октен-3-олу та пропанолу-1 за різних температур зберігання продуктів представлено на рис. 6.26.

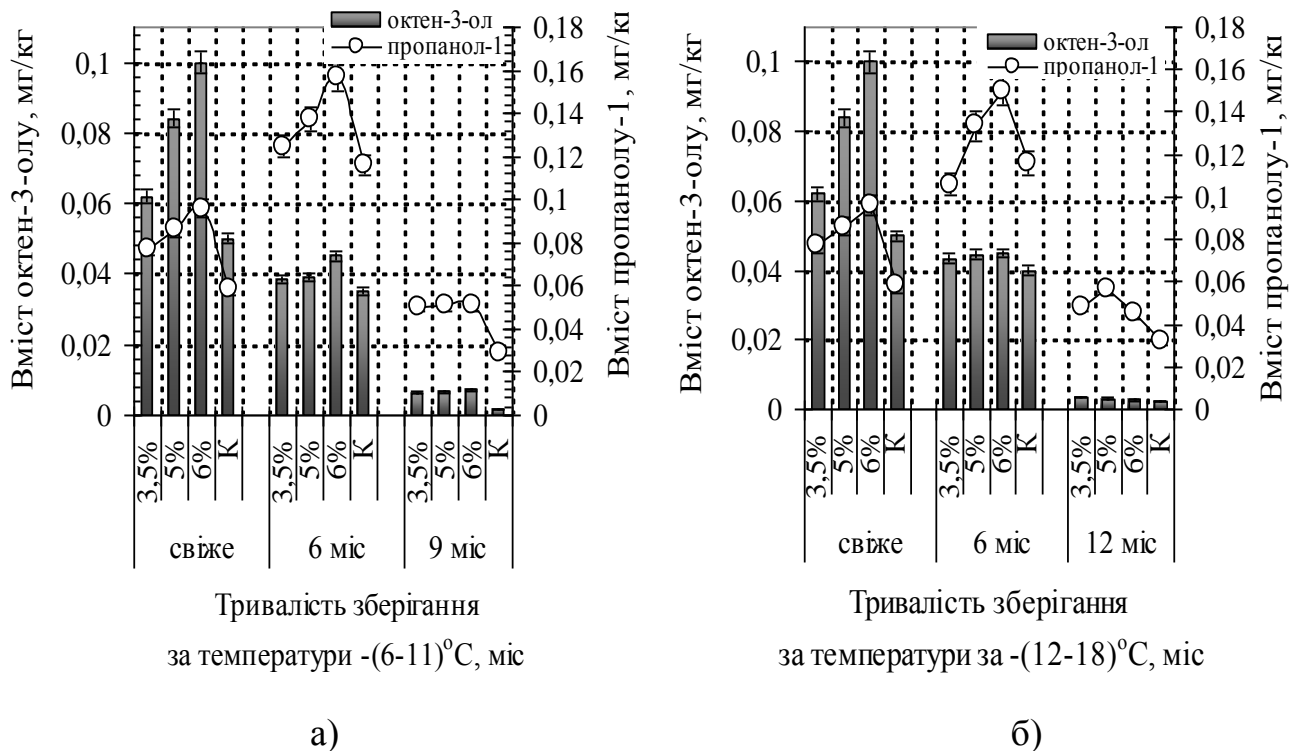


Рис. 6.26. Зміна вмісту спиртів впродовж низькотемпературного зберігання кислота солодковершкового масла:

а) за температури $-(6-12)^{\circ}\text{C}$; б) за температури $-(12-18)^{\circ}\text{C}$

У свіжому кисловершковому маслі кількість октен-3-олу коливалася в межах 0,062-0,77 мг/кг, у солодковершковому – 0,05 мг/кг, однак чіткої залежності кількості даного спирту від температури зберігання та вихідної кислотності продукту. В усіх видах продуктів у віці 12 місяців було виявлено лише його сліди. Кількість пропанолу-1 за обох режимів зберігання на всіх досліджуваних етапах була також завжди вищою у дослідних зразках кисловершкового масла порівняно з солодковершковим.

Отже, встановлено ряд особливостей нагромадження смако-ароматичних речовин. Кисловершкове масло за кількісним складом смако-ароматичних речовин відрізнялось від солодковершкового та характеризувалося на всіх досліджуваних етапах зберігання меншою кількістю лактонів та більшим вмістом летких органічних кислот. Солодковершкове масло, особливо наприкінці зберігання за $-(6-12)^{\circ}\text{C}$, вирізнялося порівняно вищим вмістом альдегідів, що є свідченням прояву окиснювальних процесів у продукті. Під час зберігання вершкового масла поряд зі збільшенням загальної кількості лактонів, змінюється

початкове співвідношення між окремими кислотами, що відповідно, позначається на смакових та ароматичних властивостях продукту.

Кількісний склад вільних амінокислот під час зберігання обох видів продуктів у моноліті за температури $-(12-18)^\circ\text{C}$ змінювався менше, незважаючи на триваліший термін зберігання продуктів. Про це свідчать нижчі кількості вільних амінокислот на всіх досліджуваних етапах (табл. 6.11).

Як і у випадку дослідження КВМ методом збивання, у маслі, виробленому методом перетворення ВЖВ, концентрація багатьох вільних амінокислот зростає впродовж зберігання, тоді як кількість інших досягає деякого максимуму і потім знижується. Цей факт, очевидно, відображає трансформацію амінокислот в інші сполуки.

Під час зберігання кисловершкового масла у перші 3 міс за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$ встановлено зменшення кількості майже всіх вільних амінокислот, крім валіну та глютамінової кислоти. Надалі їх кількість поступово зростала. Різний якісний склад амінокислот впливає на формування специфічних смакових відтінків та їх ступеня вираженості (299).

Наприкінці регламентованих термінів зберігання загальна кількість вільних амінокислот за температури $-(6-11)^\circ\text{C}$ у кисловершковому маслі складала 142,7 мкг/г, у солодковершковому маслі – 54,1 мкг/г.

Як і за зберігання у спожитковому пакуванні, якісний і кількісний склад ароматоутворювальних сполук, їх співвідношення у готових продуктах, залежить від кислотності плазми свіжовироблених продуктів, обумовленої дозою використаної закваски та температурними режимами зберігання.

Таблиця 6.11 – Зміна вмісту вільних амінокислот різних видів вершкового масла впродовж зберігання за температури -(6 - 11) °С

	Вміст вільних амінокислот, мкг/г									
Вільні Амінокислоти	Кисловершкове масло					Солодковершкове масло				
	Тривалість зберігання,міс									
	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
Незамінні:										
Валін	13,52±0,31	9,17±0,22	4,83±0,24	6,81±0,1	6,00±0,12	2,31±0,04	1,53±0,03	1,51±0,03	4,69±0,09	4,72±0,091
Лізин	12,6±0,2	2,12±0,04	2,75±0,05	5,76±0,1	3,90±0,08	1,53±0,03	1,88±0,2	4,01±0,08	2,49±0,05	1,00±0,02
Лейцин	10,20±0,2	10,08±0,2	10,37±0,2	12,07±0,21	11,89±0,2	1,94±0,05	0,52±0,01	2,39±0,05	4,00±0,08	3,60±0,07
Ізолейцин	2,25±0,04	1,00±0,02	0,91±0,02	1,10±0,02	1,35±0,03	0,67±0,01	0,36±0,05	1,69±0,032	0,72±0,02	0,62±0,12
Метіонін	2,40±0,04	0,50±0,04	0,26±0,05	-	-	-	0,20±0,01	0,41±0,08	0,30±0,06	-
Тирозин	3,00±0,02	0,90±0,04	3,07±0,06	11,58±0,23	12,45±0,24	1,05±0,21	-	0,90±0,012	3,00±0,07	5,30±0,01
Треонін	1,62±0,04	0,46±0,04	2,69±0,05	2,73±0,05	3,47±0,07	1,14±0,02	0,42±0,01	0,78±0,01	1,32±0,02	1,41±0,03
Фенілаланін	6,70±0,14	1,78±0,03	1,61±0,03	2,37±0,03	2,87±0,06	-	-	0,88±0,01	1,28±0,02	0,15±0,01
Замінні:										
Глютамінова	6,95±0,15	20,22±0,4	29,22±0,56	4,87±0,1	7,22±0,14	4,22±0,08	16,35±0,32	39,53±0,8	24,0±0,5	20,0±0,55
Аспаргінова	8,30±0,16	11,26±0,2	15,92±0,33	13,60±0,24	20,56±0,4	2,1±0,04	1,77±0,04	4,36±0,09	3,36±0,07	5,20±0,1
Аргігнін	-	0,1±0,002	1,18±0,02	1,94±0,04	2,00±0,04	-	-	0,46±0,01	0,90±0,02	1,20±0,02
Серин	10,73±0,22	9,07±0,2	6,41±0,12	5,73±0,11	8,61±0,22	7,19±0,14	2,06±0,04	2,06±0,04	1,30±0,03	1,11±0,02
Пролін	29,29±0,56	23,06±0,5	30,36±0,6	50,86±1,01	61,00±1,4	4,34±0,08	4,16±0,07	7,07±0,14	5,70±0,11	5,40±0,1
Гліцин	9,60±0,20	10,90±0,21	8,92±0,17	8,68±0,17	10,43±0,21	10,36±0,4	4,33±0,08	9,76±0,12	8,50±0,15	8,20±0,16
Аланін	14,02±0,2	5,27±0,21	3,85±0,07	4,95±0,01	4,98±0,01	6,80±0,09	2,11±0,043	4,83±0,11	10,30±0,16	9,20±9,18
Цистеїн	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Гістидин	9,45±0,18	7,68±0,15	6,79±0,13	9,69±0,18	9,88±0,12	4,90±0,1	4,33±0,08	3,53±0,07	6,20±0,12	5,40±0,11
Сума	137,37±0,27	137,14±2,71	129,14±2,58	142,74±2,85	166,61±3,33	48,55±0,97	40,02±0,5	84,17±1,68	54,06±2,0	72,51±1,44

Зміну органолептичної оцінки кисловершкового масла в умовах низькотемпературного тривалого зберігання представлено в табл. 6.12. Для виявлення вад смаку і аромату масла та змін у спектрі його смакового букету додатково досліджували зразки масла після закінчення терміну зберігання за визначених температур. Отримані дані свідчать про вищу стійкість кисловершкового масла у порівнянні з солодковершковим. Ймовірно, що ферменти сторонньої залишкової мікрофлори солодковершкового масла, навіть за мінусових температур, здатні прискорювати псування продукту. Так, солодковершкове масло отримало оцінку за смак і аромат 8,0-8,5 балів внаслідок вади смаку нечистий. У процесі зберігання відбувалося поступове зниження якості масла, проте зразки масла з вищою кислотністю плазми ліпше зберігали свої смакові характеристики.

Таблиця 6.12 – Органолептична оцінка смаку і запаху кисло- та солодковершкового масла упродовж зберігання

КВМ	Органолептична оцінка смаку і запаху, бали									
	свіже масло	після зберігання за температури (6-11)°C, міс (І режим)				після зберігання за температури (12-18)°C, міс (ІІ режим)				
		2	4	7	9	2	4	7	9	12
3,5%	9,5	9,5	9,0	9,0	8,5	9,5	9,5	9,5	9,0	9,0
5,0%	10,0	10,0	9,5	9,0	9,0	10,0	10,0	9,5	9,5	9,5
6,0%	9,5	9,5	9,5	9,0	9,0	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
СВМ	10	10	9,0	8,0	8,0	10	9,5	9,5	9,0	8,5

Таким чином, регулювання процесу ароматоутворення з метою отримання високоякісного кисловершкового масла можна здійснювати внесенням різної дози закваски, а ліпше збереження ароматичних властивостей продукту – завдяки нижчим температурам зберігання за -(12-18) °C. Співставлення результатів дозволило зробити висновок, що кисловершкове масло порівняно з солодковершковим ліпше зберігається та має вираженіші смакові характеристики.

6.2.3. *Порівняльна оцінка розробленого кисловершкового та імпортного виробництва.* Кисловершкове масло, вироблене методами збивання і

перетворення ВЖВ з використанням розроблених нами бактеріальних препаратів було порівняно за ключовими фізико-хімічними, біохімічними, мікробіологічними та органолептичними характеристиками з кислосвершковим маслом з найвищою бальною оцінкою, представленого виробниками: «President» (Франція), «Valio» (Фінляндія), «Meggle» (Німеччина).

Підтверджено, що за органолептичною оцінкою, рівнем кислотності та комплексом основних смако-ароматичних речовин (діацетилу, летких органічних кислот, деяких альдегідів, спиртів та лактонів), які впливають на формування смакового «букету» воно нічим не поступається маслу імпортного виробництва (рис. 6.27).

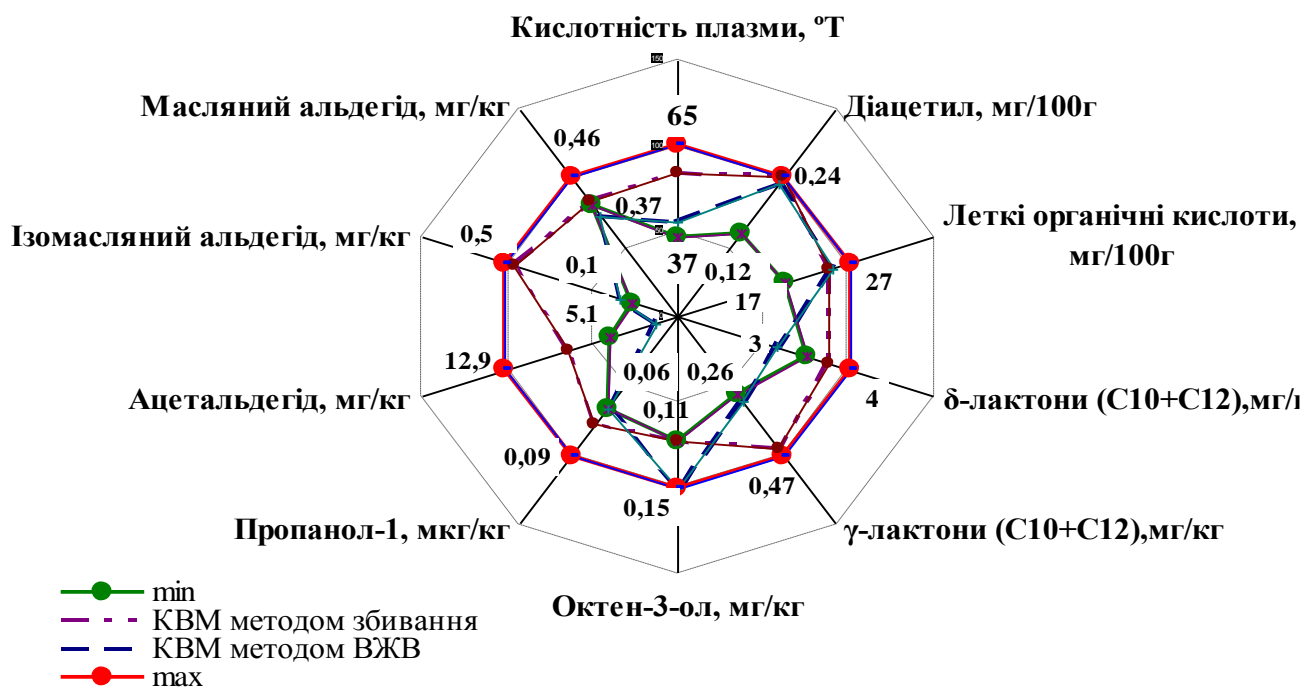


Рис. 6.27. Порівняльна оцінка основних показників якості виготовленого дослідного кислосвершкового масла та кислосвершкового масла високої якості

Це свідчить про високу якість та ефективність бакпрепаратів «КВМ-С1» і «КВМ-П», спеціально розроблених для використання у біотехнологіях кислосвершкового масла. Таким чином, можна констатувати про завершеність даної розробки.

6.3. Дослідження впливу бакпрепарату «КВС-П» на процес ароматоутворення у кисловершкових спредах, вироблених методом перетворення жирової суміші

Розробка технології кисловершкових спредів ще більше посилює навантаження на мікробіологічний фактор, оскільки основою для ферментування стає жирова основа, ще більше обмежена поживними речовинами для заквашувальної культури. Лише від функціонування в ній заквашувальних мікроорганізмів, та ще й в обмеженому діапазоні температури, залежать смако-ароматичні властивості, а в кінцевому результаті – якість та здатність до зберігання готового продукту.

У зв'язку з цим постає необхідність у вирішенні двох взаємопов'язаних задач: передусім, на основі моніторингу якості замінників молочного жиру обрати ЗМЖ за збалансованістю жирнокислотного складу та фізико-хімічними показниками. Його використання потребувало, в свою чергу, пристосування бакпрепарату «КВС-П» до особливих умов функціонування в цій жировій системі, зокрема, визначення технологічно обгрунтованої дози бакпрепарату, виготовленої з нього закваски та її кількості, необхідних для отримання якісного продукту.

6.3.1. Дослідження якості замінників молочного жиру. Присутність широкого асортименту жирів висувають на перший план питання обгрунтованого вибору замінників молочного жиру (ЗМЖ) для їх застосування у виробництві спредів. Під час розробки і складанні рецептур спредів основними вимогами до жирів є: органолептична якість і їх сумісність з молочним жиром, фізичні властивості жирів, зокрема вміст в них твердої фази, а також харчова цінність, що визначається, головним чином, кількістю поліненасичених жирних кислот (286).

Через відсутність у виробників повної характеристики жирів, ускладнюється можливість створення жирових основ, що відповідають усім вимогам до розробки спредів.

У зв'язку з цим проведено моніторинг якості замінників молочного жиру, що пропонуються для виробництва спредів провідними вітчизняними

виробниками «Дельта Вільмар СНГ» (Одеса), «Олком» (Київ), «Віолія» (Вінниця), а також ЗМЖ «Союз» (виробництво Росія) (табл. 6.13). Аналіз ЗМЖ показав, що вони мають деякі відмінності за фізико-хімічними властивостями: вмістом твердих тригліцеридів, температурою плавлення і застигання, хімічними числами. Це обумовлено особливостями сировинного складу і методами їх виробництва (286).

На відміну від молочного жиру, всі ЗМЖ характеризуються вищим ступенем ненасиченості. Про це свідчать вищі, ніж у молочному жирі в 1,4-1,7 рази значення йодного числа. Відмінності від молочного жиру за вмістом твердих гліцеридів дають можливість регулювати пластичність спредів за різної температури. Кислотне число всіх ЗМЖ (0,10-0,28 °К) підтверджує їх доброякісність, а значення перекисного числа – про їх свіжість. Число Рейхерта-Мейсля та число Поленське коливалися в межах 0,35-2,38 та 0,35-0,80 відповідно. За смаком і запахом досліджувані зразки ЗМЖ представляли собою практично нейтральні жирові композиції (286).

Під час конструювання жирової основи спреду значну увагу приділяли твердості вихідних жирів, яка в певній мірі відповідає за вміст рідкої і твердої фази та обумовлює структуру і консистенцію готового продукту.

Представлені в табл. 6.13 дані свідчать про відсутність залежності між температурою плавлення та твердістю жирів. Зокрема, ЗМЖ №5 «Київський» з максимальним значенням твердості 150 г/см має температуру плавлення 34,7 °С. Водночас зразки ЗМЖ №1 і №2 з твердістю 146 г/см та 130 г/см мали температуру плавлення, відповідно, 36,0 та 40,5 °С. Беручи до уваги цей факт, при проектуванні жирової основи необхідно керуватися цими обома показниками (286).

Основною вимогою під час розробки нових емульсійних жирових продуктів згідно з вимогами здорового харчування є збалансованість їх жирнокислотного складу. В табл. 6.14 і 6.15 подано жирнокислотний склад заміників молочного жиру та рівень їх збалансованості.

Таблиця 6.13 – Фізико-хімічні показники ЗМЖ і молочного жиру

Показники	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
	«Sania Z 200»	Олеїн пальмовий «Sania»	«Союз SDS MO1-16»	«Союз 52 L»	“Київський» Олком	«Союз SDS M01-23»	Молочний жир (літній)	Молочний жир (зимовий)
Температура плавлення, °С	36,0±0,7	40,5±1,0	36,5±0,7	35,8±0,7	34,7±0,5	34,8±0,5	30,5±0,5	32,5±1,0
Температура застигання, °С	22,1±0,5	22,3±0,5	22,2±0,5	22,4±0,7	22,1±0,5	23,0±0,5	20,0±0,5	22,0±1,0
Твердість по Камінському за 15 °С, г/см	146±4	130±3	90±2	110±2	150±5	110±4	100±5	130±5
Кислотне число, °К	0,28±0,05	0,20±0,05	0,1±0,05	0,1±0,05	0,25±0,05	0,1±0,05	0,1±0,05	0,1±0,05
Йодне число	60,49±0,7	50,85±1,0	57,01±0,5	56,23±1,2	53,68±1,0	54,72±1,0	37,00±0,5	40,5±0,9
Перекисне число, % I ₂	0,009 ±0,001	0,008 ±0,001	0,014 ±0,001	0,030 ±0,001	0,030 ±0,001	0,013 ±0,001	0,010 ±0,001	0,010 ±0,001
Число Рейхерта-Мейсля	1,93±0,02	0,35±0,02	0,55±0,02	0,77±0,03	2,38±0,11	1,00±0,05	28,60±0,7	28,00±0,8
Число Поленське	0,8±0,03	0,35±0,03	0,45±0,02	0,45±0,01	1,12±0,05	0,5±0,03	2,23±0,07	1,78±0,07
Вміст твердих тригліцеридів, % за температури 20 °С	23,0±0,5	23,0±0,8	21,0±0,5	24±0,1	21,0±0,5	17,0±0,3	18,1±0,03	19,1±0,08

Відомо, що глибина і швидкість окиснювальних процесів жирової фази залежить від кількості триацилгліцеринів жирних кислот і ступеня їх ненасиченості. На відміну від ненасичених гліцеридів жирних кислот насичені окиснюються значно повільніше. За збільшення числа вуглеводневих атомів у молекулі ненасиченої кислоти жиру окиснення сповільнюється (296).

Таблиця 6.14 – Жирнокислотний склад заміників молочного жиру та молочного жиру ($n=5$; $p \leq 0,5$)

Вміст жирних кислот, %	№1 «Sania Z200»	№2 Олеїн пальмо «Sania	№3 «Віоля»	№4 «Союз 52»	№5 “Київс -кий» Олком	№6 «Союз SDS M 01-23»	№7 Молоч ний жир
Насичені:							
Масляна C4:0	-	-	-	-	-	-	5,048
Капронова C6:0	0,119	-	-	-	-	0,039	3,056
Каприлова C8:0	1,211	0,051	0,081	0,297	1,865	0,458	1,691
Капринова C10:0	0,826	0,041	0,078	0,253	1,230	0,387	-
Ундеканова C11:0							-
Лауринова C12:0	6,636	0,418	0,712	3,217	8,610	4,901	3,446
Тридеканова C13:0							0,188
Міристинова C14:0	2,726	1,048	1,107	1,784	3,272	2,218	9,303
Пентадецилова C15:0							1,025
Пальмітинова C16:0	29,325	40,446	38,558	35,484	25,252	34,653	23,661
Маргарінова C17:0							10,644
Стеаринова C18:0	4,742	4,724	4,737	4,662	6,998	4,523	11,641
Нонадеканова C19:0							0,252
Арахідова C20:0	0,010	0,012	0,529	0,397	0,009	0,459	0,110
Бегенова C22:0	-	-	0,120	0,195	-	0,124	-
Лігноцеринова C24:0	-	-	0,075	0,082	-	0,074	-
Мононенасичені:							
Пальмітолеїнова C16:1	-	-	0,147	0,129	0,135	0,143	1,724
Гептадеценова C17:1	-	-	-	-			0,262
Олеїнова C18:1 н 9 с	25,122	40,187	33,40	31,793	32,927	33,926	22,810
Гадолеїнова C20:1	0,125	0,123	0,124	0,120	0,122	0,110	-
Поліненасичені:							
Лінолева C18:2 н 6 с	28,026	11,166	17,811	15,267	12,978	15,782	2,845
Ліноленова C18:3 н 6	0,282	0,455	-	-	0,346	-	0,179
C18:3 н 3	0,117	0,152	1,098	1,092	0,112	0,846	0,460
Цис-ліноленова C18:3н3	-	-	-	-	-	-	0,880
Транс-ізомери:							
Елаїдинова C18:1 н 9 т	0,219	0,719	0,139	4,267	5,680	0,261	3,406
Транс-лінолева C18:2 н6т	0,330	0,187	0,233	0,152	0,209	0,180	0,414

Як було зазначено раніше, харчова цінність жирів оцінюється за відношенням вмісту ненасичених жирних кислот до групи насичених (33-39).

Таблиця 6.15 – Жирнокислотний склад заміників молочного жиру (ЗМЖ) та молочного жиру ($n=5$; $p \leq 0,5$)

Показники	№1 «Sania Z200»	№2 Олеїн пальмовий «Sania»	№3 «Союз SDS М О1-16»	№4 «Союз 52 L»	№5 “Київський» Олком	№6 «Союз SDS М О1-23»	№7 Молочний жир (літній)
НЖК	45,595	46,740	46,076	46,458	47,417	47,914	63,71
ННЖК	25,352	40,478	33,671	33,042	33,184	34,179	2,648
ПНЖК	28,425	11,773	18,909	16,359	13,436	16,628	3,484
в.т. омега -6,%	28,308	11,621	17,811	15,267	13,324	15,782	3,024
в.т. омега -3,%	0,117	0,152	1,098	1,092	0,112	0,846	0,460
Транс-ізомери	0,549	0,906	0,372	4,419	5,889	0,441	3,82
Співвідношення омега-6:омега-3	0,04	0,13	0,61	0,72	0,08	0,54	1,50
Співвідношення ПНЖК:НЖК	0,6234	0,2519	0,4104	0,3521	0,2834	0,3470	0,0547

Даний показник є важливим під час розрахунку рецептур спредів, які відповідають вимогам до продуктів здорового харчування.

Представлені дані вказують, що всі замітники молочного жиру, характеризуються істотним вмістом поліненасичених жирних кислот – 11,8-28,4%. Очевидно, що у складі всіх ЗМЖ присутні гідрогенізовані рослинні жири, які поповнюють композиції поліненасиченими жирними кислотами. Серед них можна виокремити ЗМЖ №1, який найбільш вигідно для здорового харчування характеризується співвідношенням вмісту ПНЖК:НЖК – 0,62. У решти варіантів значення коливалися в діапазоні 0,25-0,41.

При цьому також важливим є співвідношення кількості жирних кислот ω 3: ω -6. Отримані співвідношення ω -3: ω -6 нижче 1 вказують на те, що жир містить малу кількість ω -3 жирних кислот на фоні високого вмісту ω -6-кислот.

Встановлено, що у всіх проаналізованих ЗМЖ кількість транс-ізомерів, які характеризують фізіологічну цінність жиру, знаходилася в межах 0,37-5,90 %, що відповідає гранично-допустимим нормам та є значимим критерієм для їх використання як складників жирової основи.

Отримані дані свідчать, що жоден з представлених ЗМЖ не відповідає формулі збалансованого жиру. Проте серед усіх замінників молочного жиру ЗМЖ №1 «Sania Z 200» за аналізом жирнокислотного складу найліпше відповідає сучасним вимогам здорового харчування. Очевидно, що його поєднання у композиції з молочним жиром дасть змогу змінити баланс жирних кислот та підвищити біологічну цінність жирової суміші. Тому для подальших досліджень з метою розробки спреду було обрано саме цей ЗМЖ.

Для спредів було сконструйовано модельні жирові суміші комбінуванням молочного жиру з обраним ЗМЖ за співвідношення 50:50 і 25:75 та досліджено їх жирнокислотний склад.

Результати жирнокислотного складу модельних сумішей (табл. 6.16) показали, що жирова суміш за співвідношення МЖ:ЗМЖ 50:50 у порівнянні з молочним жиром характеризується вищим вмістом поліненасичених жирних кислот у 4,6 рази, раціональним співвідношенням їх з насиченими жирними

кислотами (НЖК) як 1,0:1,12, помірним вмістом транс-ізомерів насичених жирних кислот (ТНЖК) – 2,2 %. На відміну від молочного жиру, сума ненасичених жирних кислот (ННЖК) у жировій основі отриманих зразків спреду збільшилась відповідно на 11,4 %, сума ПНЖК – на 12,5 %.

Таблиця 6.16 – Жирнокислотний склад та деякі технологічні показники жирової фази спредів з ЗМЖ «Sania» за різних співвідношень МЖ:ЗМЖ
($n=5$; $p \leq 0,5$)

Показники	ЗМЖ :МЖ	ЗМЖ :МЖ
	50:50	75:25
Жирнокислотний склад		
НЖК, %	54,653	47,52
ННЖК, %	14,00	25,11
ПНЖК, %	15,955	26,37
в.т. омега -6, %	15,666	25,80
в.т. омега -3, %	0,289	0,202
Транс-ізомери, %	2,18	0,84
Співвідношення ПНЖК:НЖК	0,29	0,55
Технологічні показники		
Температура плавлення, °C	31±0,5	32,3±0,6
Температура застигання, °C	20,3±0,7	21,1±0,9
Твердість по Камінському за 15 °C, г/см	92±2,5	126±4,0

У разі заміни молочного жиру на 75 % обраним замінником молочного жиру кількість ННЖК, ПНЖК збільшувалась, відповідно, у 9,5 рази та 7,6 рази. При цьому співвідношення поліненасичених жирних кислот до насичених жирних кислот наближалось до 1,1 що також відповідає вимогам здорового харчування.

При виборі замінника молочного жиру та конструюванні з його використанням жирової основи важливо не тільки створення збалансованої за харчовою та біологічною цінністю продукту, але й вирішення технологічних питань, які дозволять виробляти продукт з необхідними структурно-реологічними показниками.

Відомо, що замінники молочного жиру складаються з твердих та рідких фракцій, кількісне співвідношення яких визначає їх консистенцію і пластичність. Чим більший вміст в жирах твердої високоплавкої фракції, тим вища його

твердість. Важливою характеристикою жирового продукту також є температура плавлення, оскільки вона визначає технологічні і споживчі властивості продукту (19). Встановлено, що температура плавлення та застигання досліджуваних сумішей на відміну від окремо взятих до композиції жирів, дещо знижувалася, відповідно, до 31,0 °C та 32,3 °C та 20,3 °C та 21,1 °C. Аналогічну тенденцію було виявлено за показниками твердості по Камінському продуктів, яка знаходилася в межах 92-126 г/см.

Консистенція спредів та їх пластичність залежать не лише від вмісту жиру, але й умов кристалізації в технологічному потоці, які визначають швидкість охолодження, і, в кінцевому рахунку, поліморфну модифікацію. З огляду на це, на структурно-реологічні властивості спредів впливає не тільки температура плавлення (точка повного розплавлення) жирової основи, але й динаміка її плавлення.

Тому наступним етапом розробки було визначення закономірностей кристалізації за вмістом твердої фази тригліцеридів композицій молочного жиру з обраним ЗМЖ «Sania Z 200». Результати порівнювали з температурою плавлення молочного жиру літнього та зимового періоду, які є жировою основою прототипу спреду – вершкового масла.

Продемонстровані на рис. 6.28 і 6.29 дані дилатометричних досліджень свідчать, що в області температур нижче 12 °C у чистому ЗМЖ вміст твердої фази нижче на 4-5 %, ніж в літньому молочному жирі, що є принципово важливим моментом для забезпечення меншої твердості продукту після зберігання у холодильних камерах. Це явище може бути спричинене утворенням евтектичної суміші тригліцеридів, які, зазвичай, характеризуються падінням температури плавлення і застигання багатокомпонентних сумішей жирів відносно індивідуальних компонентів. Характерним було те, що вміст твердої фази за температури 12-24 °C ЗМЖ «Sania» знаходився у зоні, обмеженій кривими для молочного жиру. Водночас за вмістом твердої фази зі середнім значенням молочного жиру у співвідношенні 50:50 та 75:25 у зоні температури 16-24 °C відповідали ЗМЖ «Sania» та його композиції з молочним жиром.

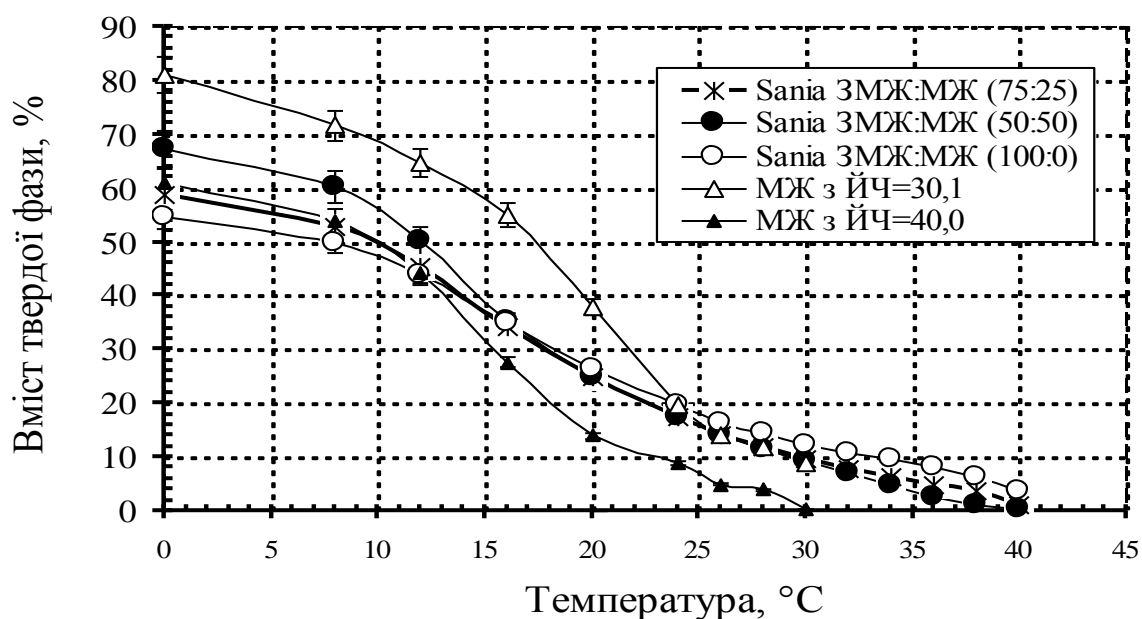


Рис. 6.28 – Залежність твердої фази ЗМЖ «Sania», молочного жиру та їх композицій від температури

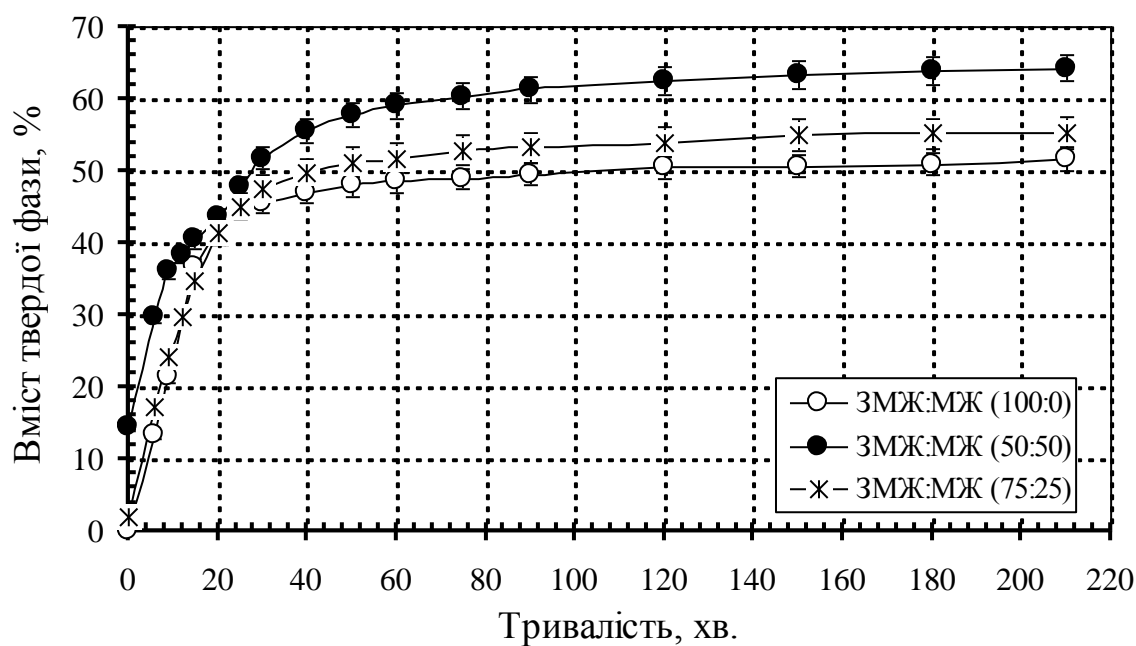


Рис. 6.29 – Кінетика кристалізації ЗМЖ «Sania» та його композицій з молочним жиром за температури 0°C

Слід зауважити, що в температурній зоні вище 24 °C чистий ЗМЖ містив більше твердої фази, ніж зимовий молочний жир, що зумовлено глибиною процесів його гідрогенізації. Ступінь затвердіння залежить від глибини гідрогенізації.

Отже, крива плавлення жирової основи з даним ЗМЖ підтверджує його хорошу пластичність за температури менше 12 °С, збереження твердоподібної консистенції у діапазоні від 16 до 30 °С і плавлення продукту, аналогічно вершковому маслу в температурному інтервалі від 30 до 35 °С.

Дослідження процесів затвердівання за 0 °С (рис. 6.29) показало інтенсивне виділення кристалічної фази із переохолодженого розчину тригліцеридів упродовж перших 40 хв, надалі відбувається повільна кристалізація тригліцеридів. Стан рівноваги між рідкою і твердою фазами настає через 1,5 год.

Звертає увагу той факт, що кінцева концентрація твердої фази в жировій композиції з заміною молочного жиру 75 % та чистому ЗМЖ є нижчою, ніж в молочному жирі і жировій композиції молочного жиру та ЗМЖ за співвідношення 50:50 на стадії повільного затвердівання. Очевидно, що зменшення кристалічної фази зумовлено ненасиченими та порівняно низькоплавкими тригліцеридами, які в меншій мірі переохолоджуються, і, як наслідок, сповільнюють кристалізацію.

Отже, результати дилатометричних досліджень жирових основ для спредів за вмістом твердої фази показали, що за температури 0 °С композиції ЗМЖ «Sania» з молочним жиром наближені до натурального молочного жиру, особливо у варіанті з 50 %-ою заміною молочного жиру. За отриманими результатами слід очікувати, що використання ЗМЖ «Sania» у виробництві спредів дасть змогу створити продукт з необхідною консистенцією, наближеною до вершкового масла.

Загалом, комплексні дослідження підтверджують, що важливі показники якості жирових продуктів – температура плавлення, вміст твердого жиру, твердість визначаються кристалічною структурою жирової фази, на формування яких впливає хімічний склад рецептурної композиції, і, зокрема вміст насичених і ненасичених жирних кислот.

Водночас отримані результати є необхідними для уточнення важливих технологічних операцій у виробництві спредів, а саме режимів термомеханічної обробки емульсії для підвищення швидкості кристалізації і повнішого виділення твердої фази.

6.3.2. Дослідження впливу закваски на показники якості кисловершкових спредів. Ефективність бактеріального препарату «КВС-П» у виробництві кисловершкових спредів залежить також від вірного вибору його дози. Тому було досліджено його функціонування у кисловершкових спредах, виготовлених методом перетворення жирової суміші зі заміною 50 % та 75 % молочного жиру ЗМЖ «Sania Z 200» з використанням 5 %, 6 %, 8 % закваски, приготованого з даного бакпрепарату. Виробництво кисловершкових спредів здійснювали за аналогічною технологічною схемою виробництва КВМ і передбачає внесення закваски на стадії формування структури в такій кількості, щоб відразу отримати необхідну кислотність плазми масла з бажаним смаком та ароматом.

Проведені дослідження фізико-хімічних, біохімічних і реологічних характеристик КВС представлено в табл. 6.17. Контролем слугував солодковершковий спред з відповідною жировою основою.

Встановлено, що зі збільшенням кількості закваски з 5% до 8% у свіжовироблених кисловершкових спредах зі заміною молочного жиру на 50 % кислотність плазми зростала з 34 до 43 °Т. У кисловершкових спредах з використанням молочного жиру та ЗМЖ у співвідношенні 25:75 отримано продукти з кислотністю плазми від 30 °Т до 40 °Т (табл. 6.17).

Додавання 5-8 % закваски збагачувало кисло вершкові спреди діацетилом – у 2,0-2,3 рази та леткими органічними кислотами – в 1,8-2,3 рази у порівнянні з солодковершковими спредами, виготовленими з заміною молочного жиру ЗМЖ на 50 % та 75 %. Порівняно вища кількість згаданих ароматичних компонентів у спредах з використанням 50 % молочного жиру, очевидно, зумовлена їх вищим вмістом у вихідній жировій основі.

Внесення закваски мало впливало на вихідний рівень та зміну кислотності жирової фази спредів.

Консистенція спреду є одним з головних показників якості продукту та залежить від складу та властивостей його жирової основи.

Таблиця 6.17 – Основні показники якості кисло- та солодковершкових спредів з різною заміною молочного ж

Показники	Спреди з заміною молочного жиру 50%				Спреди з заміною молочного жиру 75%			
	СВС	КВС з використанням закваски, %			СВС	КВС з використанням закваски, %		
		5	6	8		5	6	8
Фізико-хімічні показники								
М.ч. жиру	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5
Кислотність плазми, °Т	19±0,5	34±0,5	38±0,5	43±0,5	16±0,5	30±0,5	36±0,5	40±0,5
Кислотність жирової фази, °Т	0,6±0,02	0,9±0,03	0,9±0,04	0,9±0,04	0,5±0,02	0,7±0,02	0,7±0,03	0,7±0,03
Біохімічні показники								
Діацетил, мг/100 г	0,123±0,003	0,247±0,1	0,266±0,1	0,290±0,1	0,105±0,003	0,223±0,1	0,235±0,1	0,245±0,1
Леткі орг. кислоти, мекв/100 г	17,0±0,8	29,8±1,3	33,3±1,3	40,0±1,5	13,3±0,5	24,4±1,2	27,7±1,3	30,3±1,3
Технологічні показники								
Твердість, г/см	91±3	91±5	92±5	92±5	110±5	110±5	112±5	112±5
Термостійкість, од	0,92±0,03	0,92±0,03	0,93±0,05	0,93±0,05	0,92±0,03	0,92±0,03	0,94±0,03	0,94±0,04
Витікання рідкого жиру, %	6,6±0,05	6,5±0,04	6,4±0,03	6,4±0,05	6,2±0,05	6,1±0,03	6,1±0,03	6,0±0,05
Температура плавлення, °С	33,1±0,5	33,1±0,5	33,1±0,5	33,1±0,5	34,5±0,5	34,5±0,5	34,5±0,5	34,5±0,5
Температура застигання, °С	20,3±0,5	20,3±0,5	20,3±0,5	20,3±0,5	21,1±0,5	21,1±0,5	21,1±0,5	21,1±0,5
Реологічні показники								
Пенетрація, кН/м ²	78,89±4,0	71,39±3,0	- * не визначали	78,90±2,0	54,18±2,0	41,62±2,0	-	49,26±2,5
Робота різання, Дж	55,9±0,4	60,0±0,4	-	63,5±0,3	72,0±0,2	74,0±0,6	-	75,0±0,3
Зусилля зрізу, кН/м ²	3,45±0,2	3,60±0,2	-	3,70±0,2	3,75±0,2	3,80±0,2	-	4,31±0,4
Еластичність, кН/м ²	86,74±4,0	84,80±4,0	-	83,25±4,0	57,61±3,0	54,42±2,0	-	56,34±2,4

Структурно-механічні показники, незалежно від виду спреда, були прийнятними для даної групи продуктів. Вони характеризувались середніми значеннями твердості, достатньою термостійкістю і добрим утримуванням рідкого жиру в продукті. Ці характеристики є важливими при оцінці споживчих властивостей спредів.

Відомо, що низький вміст вільного жиру є показником недостатньої пластичності продукту, а занадто високий – свідчить про недостатнє його утримування в каркасі із твердого жиру, що може спровокувати продукт до швидкого окиснення під час зберігання.

Було з'ясовано, що витікання вільного рідкого жиру, яке характеризує фізичний стан і його зв'язок з іншими компонентами, знижується у кисловершкових спредах зі збільшенням кількості закваски та зі збільшенням ступеня заміни молочного жиру ЗМЖ, як наслідок зміни співвідношення жиру і СЗМЗ. Встановлено, що значення даного показника у кисловершкових спредах зі заміною молочного жиру на 50 % та 75 % порівняно з солодковершковими спредами знижувалися на 1,5-3,0 %. Сухі речовини за інтенсивної механічної дії добре розподіляються в продукті і сприяють втримуванню вільного рідкого жиру в структурній решітці.

Термостійкість характеризує здатність спреда зберігати форму за підвищених температур (30 °C) і є одним з основних споживчих показників стандартності, якій приділяється велика увага. В усіх продуктах відмічено хорошу термостійкість (0,90-0,94 од), яка мала стійку тенденцію до підвищення при збільшенні частки немолочних жирів, що можна пояснити збільшенням СЗМЖ у рецептурах спредів і, відповідно, її значимістю у формуванні структури.

Окрім того, вища термостійкість та ліпше утримування рідкого жиру обумовлені, ймовірно, збільшенням кількості емульгатора, що міститься у використовуваному ЗМЖ.

Температура плавлення є важливою характеристикою жирових продуктів, оскільки вона визначає технологічні і споживчі властивості продукту, його засвоюваність. Для позитивного сприйняття спредів споживачами важливо, щоб плавлення молочного та немолочного жирів відбувалося за температури до 36 °C, близької до температури тіла людини. Застосування жирів, які не плавляться за 35-

36 °С, погіршує показники якості продукту, надаючи йому салистий або обволікуючий присмак. Як свідчать отримані дані, температура плавлення жиру, виділеного із спредів, відповідала нормам ДСТУ 4445:2005 «Спреди та суміші жирів». Загальні технічні умови і складала 33,1-34,5 °С. Окрім того, було помічено, що з підвищенням температури плавлення жирової основи зростає терmostійкість спредів.

Однак зниження ЗМЖ у жировій суміші призводило до незначного зниження твердості продуктів за температури 12 °С. Ймовірно, це обумовлено закономірностями кристалізації триацилгліцеридів композицій молочного жиру з обраним ЗМЖ. Вищі значення цього показника у спредах з заміною молочного жиру на 75 % свідчать про більш розвинуту кристалічну решітку у продуктах зі щільнішою та твердішою структурою.

Для характеристики структури і консистенції за температури 12 °С було визначено реологічні показники кисловершкових спредів та порівняно їх з показниками солодковершкових.

Встановлено, що в залежності від виду продукту та кількісного співвідношення молочного жиру з ЗМЖ у жировій основі, з якої були виготовлені дослідні зразки спредів, існує розбіжність між величинами реологічних показників продуктів. Зокрема, вищі величини penetрації характеризували кисловершкові спреди, особливо з використанням 50 % молочного жиру. У продуктах з 75 % замінника молочного жиру робота різання та сила різання були дещо вищими, а використання 5-8 % закваски призводило до збільшення значення цих показників в 1,04-1,1 разів.

Низькі значення еластичності (86,7-56,3 кН/м²) та сили різання (3,5-4,3 кН/м²) свідчать про високі пластичні властивості консистенції і гомогенність структури усіх продуктів. Очевидно, ступінь заміни молочного жиру ЗМЖ при виготовленні спредів впливає на процес кристалізації жирової фази продукту, його структурно-механічні характеристики та, відповідно, консистенцію.

Отже, отримані дані свідчать, що співвідношення молочного та немолочних жирів в жировій основі спредів впливає на формування структурно-механічних характеристики спредів, включаючи їхню консистенцію та терmostійкість, що в свою чергу позначається на таких органолептичних показниках продуктів як смак та аромат.

Спреди, виготовлені з 5 % закваски, найбільше наближалися за смаковими якостями до солодковершкового спреду, що і підтверджується найнижчим вмістом смако-ароматичних речовин у продуктах та кислотністю плазми 34-30 °Т.

Використання закваски у кількості 6-8 % для виробництва спредів з жирною основою МЖ:ЗМЖ 50:50 та 8 % для спредів у співвідношенні 25:75 забезпечує вираженість кисломолочного смаку та аромату, характерного для даного цільового продукту. Саме за цих доз закваски у рівній мірі проявляється ефект смако-ароматичних речовин закваски, кислотність жирової фази і плазми, завдяки чому зберігається насиченість смакового букету, а спреди характеризуються відмінною органолептичною оцінкою і високими показниками якості, які відповідають чинним нормативним документам.

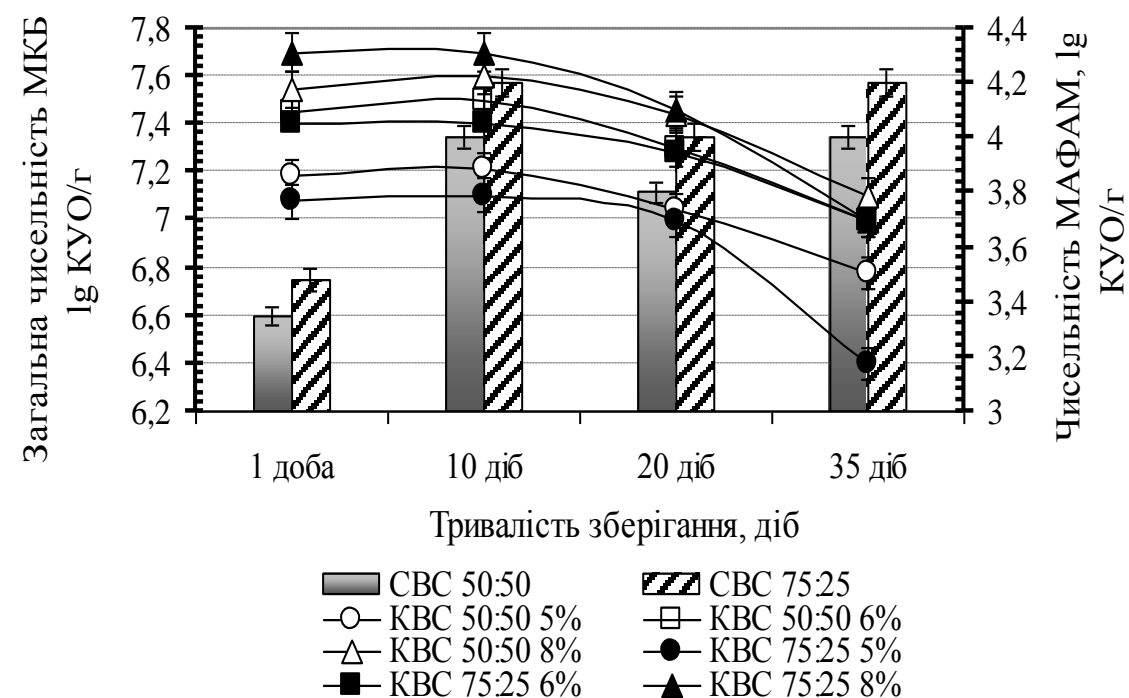
6.3.3. Дослідження фізико-хімічних та біохімічних показників якості кисловершкових спредів впродовж зберігання. Внаслідок перебігу мікробіологічних процесів під дією заквашувальної мікрофлори змінюються основні фізико-хімічні та біохімічні показники продукту під час його зберігання, які в свою чергу впливають на його стійкість і якість.

Досліджено мікробіологічні, фізико-хімічні та біохімічні показники КВС, виготовлених на різній жирній основі і з різною дозою закваски – 5 %, 6 %, 8 % під час його зберігання за температури -(5-0) °С упродовж 35 діб.

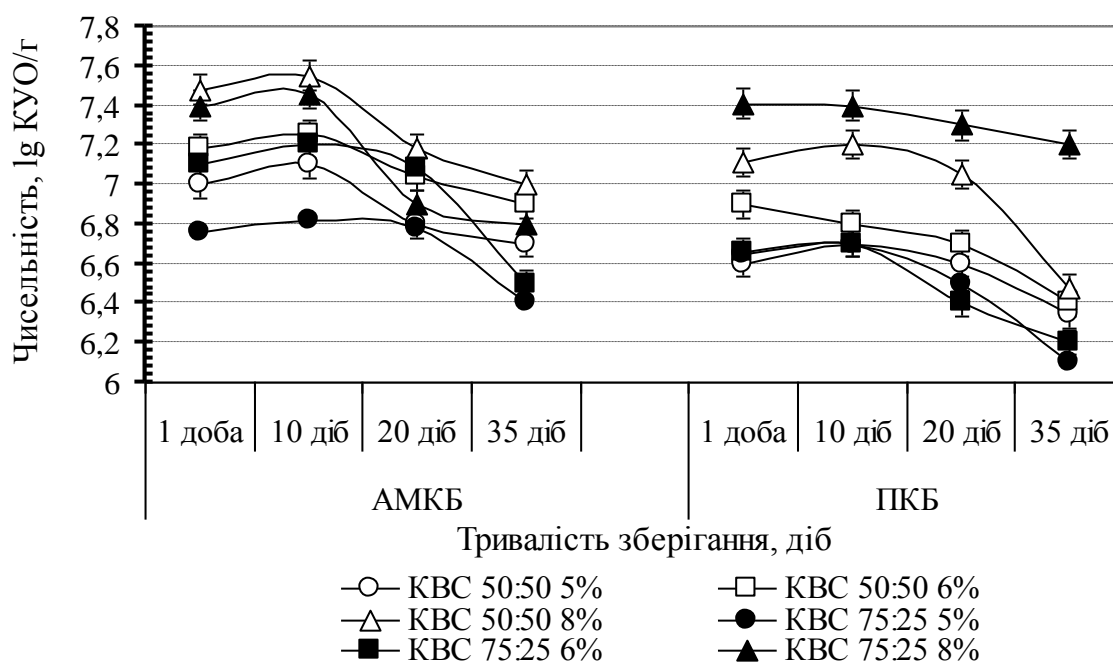
У результаті мікробіологічних досліджень встановлено, що початковий вміст заквашувальної мікрофлори зростав у продуктах зі збільшенням дози закваски з 7,1 до 7,7 КУО/г (рис. 6.30а). У всіх кисловершкових спредах загальна чисельність молочнокислих мікроорганізмів залишалася незмінною упродовж 10 діб зберігання за температури -(5-0) °С, тоді як в КВМ – впродовж 15 діб, після чого кількість клітин усіх складових закваски знижувалася. Характерною особливістю було й те, що у спредах із вмістом молочного жиру вищим за 50 %, послаблювалося відмирання клітин, ймовірно, через те, що молочний жир більше стабілізує лактофлору закваски.

Натомість, у солодковершковому спреді чисельність МАФМ спочатку збільшувалася з 3,4-3,5 до 4,2-4,8 lg КУО/г, а через 10 діб відбувалося незначне

відмирання до 5 %. Наступне зростання мікроорганізмів, очевидно, пов'язане з активізацією розвитку залишкової мікробіоти продукту (293).



а)



б)

Рис. 6.30. Зміна чисельності заквашувальної мікрофлори впродовж зберігання спредів з використанням різної кількості закваски:

а) загальна чисельність молочнокислих бактерій (МКБ) та МАФАМ – мезофільні аеробні факультативно анаеробні мікроорганізми;

б) ароматоутворювальні лактококи (АМКБ) та пропіоновокислі бактерії (ПКБ)

Чисельність ароматоутворювальних лактококів та пропіоновокислих бактерій була сталою упродовж 10 діб зберігання. Надалі було виявлено, що відмирання *L. diacetylactis* відбувалось інтенсивніше зі збільшенням дози закваски. Так, у продуктах з 5 % закваски кількість клітин знижувалася на 6 %, тоді як у варіантах з 6-8 % закваски – до 10 % клітин. Очевидно, що застосування більшої кількості заквашувальної мікрофлори призводило до швидшого вичерпування поживних речовин у продукті.

Наприкінці зберігання чисельність пропіоновокислих бактерій знижувалася до рівня 6,3-6,5 та 6,1-7,2 lg КУО/г у кисловершкових спредах зі заміною молочного жиру відповідно на 50 % та 75 % (рис. 6.30б).

Як свідчать біохімічні результати досліджень, поданих на рис. 6.31, уміст діацетилу поступово зменшувався упродовж зберігання в усіх кисловершкових спредах, особливо у продуктах зі збільшенням дози закваски та у спредах з використанням жирової основи МЖ та ЗМЖ у співвідношенні 25:75. Зокрема, його кількість спадала з 0,25-0,27 до 0,15-0,19 мг/100 г у КВС з заміною молочного жиру на 50 % та з 0,22-0,24 до 0,19-0,14 мг/100 г у КВС з заміною молочного жиру на 75 %. У разі використання 5-6 % закваски було зафіксовано зниження даного компоненту на 17-30 %, тоді як збільшення закваски до 8 % призводило до втрати 43-44 % діацетилу.

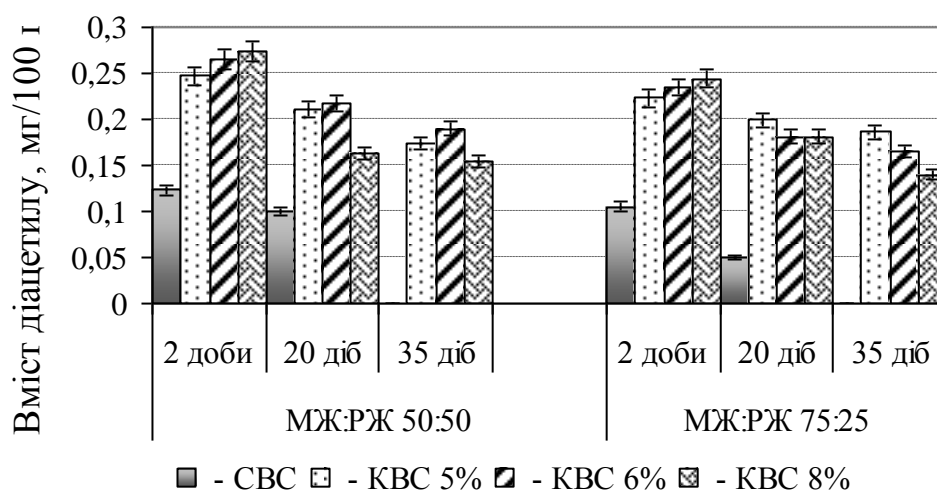


Рис. 6.31. Зміна вмісту діацетилу упродовж зберігання солодко- та кисловершкового спредів за температури $-(-5-0)^\circ\text{C}$

Разом з тим, під час зберігання у солоковершковому спреді відбувалося стрімке зниження вмісту діацетилу до повного його зникнення уже на 25 добу.

У ході експерименту було помічено, що кількість летких кислот у всіх кисловершкових спредах, жирові основи яких складали МЖ і ЗМЖ за співвідношення 50:50, зростала до 20 діб і до кінця терміну зберігання знизилась до 30-43 мекв/100г.

У кисловершкових спредах з жировою фазою МЖ:ЗМЖ 25:75 спостерігали поступове збільшення летких сполук до рівня 43-58 мекв/100 г. У солодковершкових спредах їх кількість поступово зростала до 20,7-30,0 мекв/100 г (рис. 6.32).

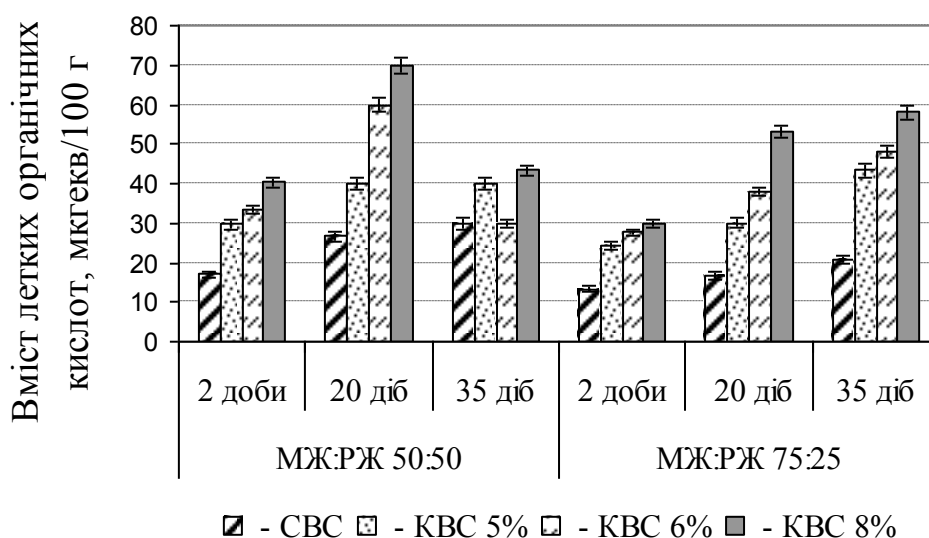


Рис. 6.32. Зміна вмісту летких органічних кислот упродовж зберігання солодко- та кисловершкового спредів за температури $-(5-0)^\circ\text{C}$

Отже, вміст смако-ароматичних речовин, кислотність плазми та жиру масла, вираженість смаку і аромату свіжовиготовлених кисловершкових спредів залежить від дози внесеної закваски.

До кінця регламентованого терміну зберігання кислотність плазми зростала на 6-8 °Т і не перевищувала встановлених норм для цього виду продукту (рис. 6.33) До кінця терміну зберігання відмічена тенденція до незначного збільшення кислотності жирової фази продукту, перекисного числа, що свідчить про високу стійкість продуктів у процесі зберігання.

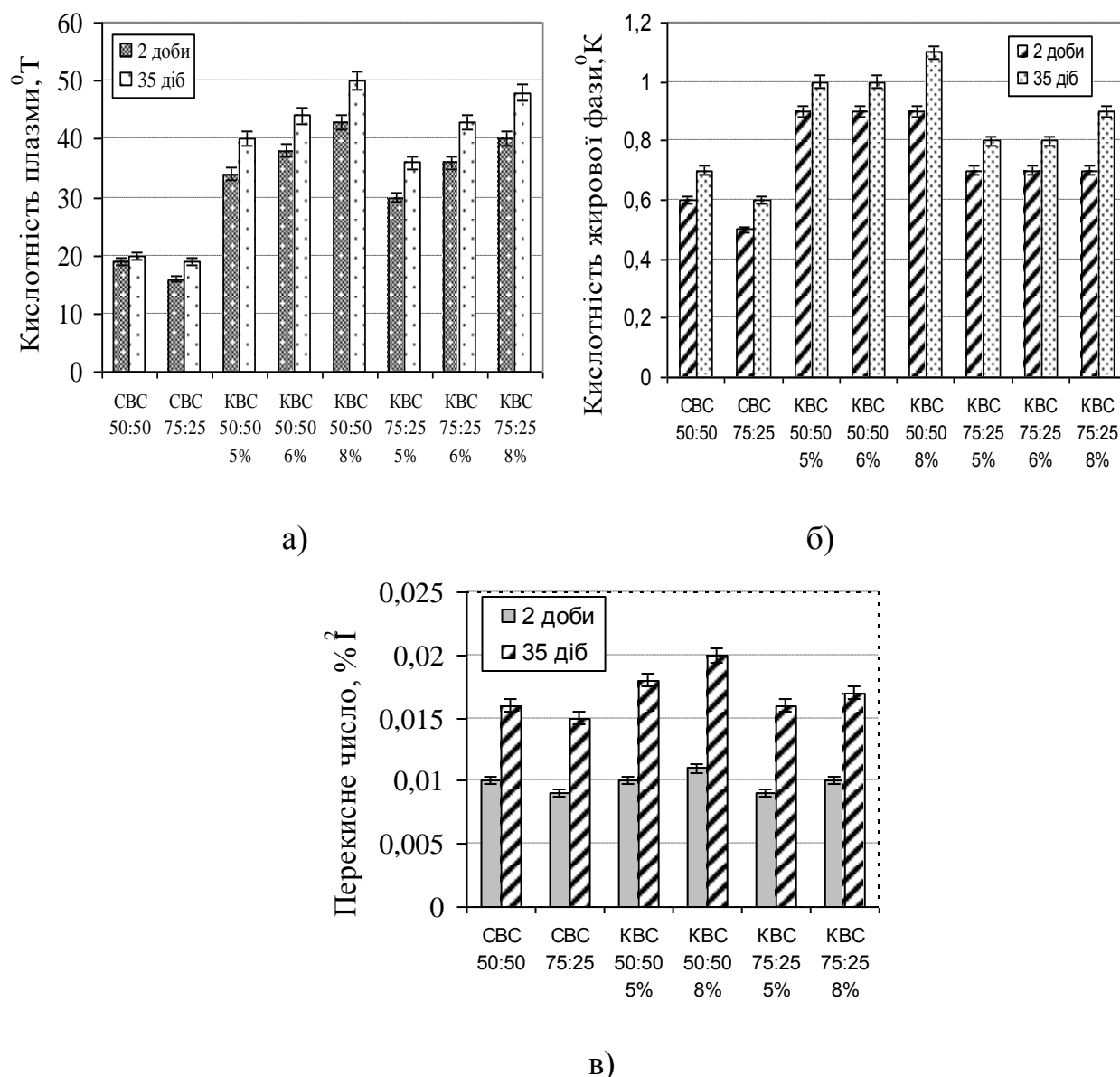


Рис. 6.33. Зміна кислотності плазми (а), жирової фази (б), перекисного числа (в) у кисловершкових та солодковершкових спрейдів з різним співвідношенням молочного жиру та ЗМЖ

Під час зберігання кисловершкові спреди не втрачали своїх смакових якостей та відповідали чинному до кінця терміну зберігання ДСТУ за фізико-хімічними та санітарно-гігієнічними нормами (дріжджі, плісені, БГКП). Завдяки спеціальній заквасці у кисловершкових спредах «маскується» пустий смак немолочних жирів, продукт набуває кисломолочного смаку та аромату, подібного до натурального масла, та значно поліпшує його якість (283).

Представлені на рис. 6.34 значення реологічного показника сили різання зростали упродовж зберігання, а їх значення були дещо вищими у кисловершкових

спредах із збільшенням закваски до 8 % у порівнянні з солодковершковими спредами.

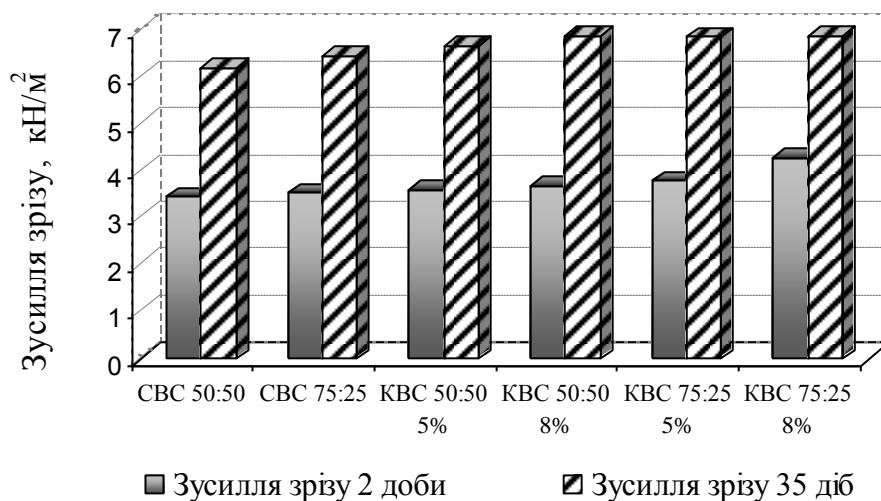


Рис. 6.34. Зусилля зрізу кисло- та солодковершкових спредів впродовж зберігання

Наприкінці зберігання, через 35 діб, робота різання для всіх зразків продуктів, незалежно від виду, коливалася в межах від 5,6 до 7,6 Дж. Зусилля зрізу у обох видах продуктів знаходилася в межах від 3,5 до 4,3 кН/м² і впродовж зберігання зростала від 6,2 до 6,9 кН/м². Таке зростання, ймовірно, обумовлено кристалізацією тригліцеридів під час зберігання продуктів (285).

Таким чином, отримані експериментальні дані дали змогу оцінити структурні особливості спредів, в залежності від виду продукту (солодко- чи кисловершкового спреда) та дози внесеної закваски в кисловершковий спред.

Дослідження динаміки розвитку *E. coli*, спеціально внесеної до зразків солодко- та кисловершкових спредів, показало, що мікрофлора закваски мала виражену антагоністичну активність до БГКП, про що свідчить стрімке відмирання кишкової палички, незважаючи на те, що початкове забруднення цього продукту БГКП було в 2 рази більшим порівняно з солодковершковим спредом (290).

У солодковершковому спреді вона інтенсивно розмножувалась: впродовж перших 10 діб зберігання її чисельність зростала майже на 1,3 lg КУО/г при початковому забрудненні 2,3 lg КУО/г. Надалі спостерігали її незначне відмирання з 3,6 до 3,4 lg КУО/г, проте воно було недостатнім і перевищувало встановлені нормативи безпеки (рис. 6.35).

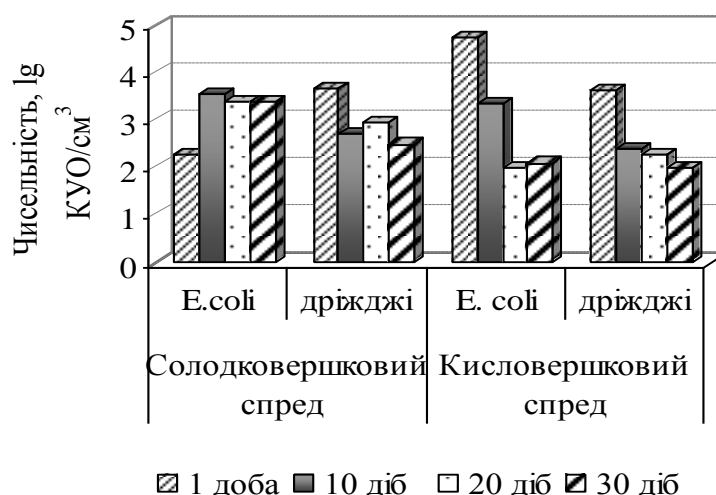


Рис. 6.35. Вплив закваски на розвиток технічно-шкідливої мікрофлори в спредах

У разі інфікування дріжджами в обох продуктах у перші 10 діб чисельність знижувалася – на 26-32 % порівняно з вихідною кількістю контамінантів. Надалі їх поведінка не мала стабільного характеру. У солодковершковому спреді знову спостерігали незначне (на 0,5 lg) збільшення дріжджів, а після 30 діб не перевищувала їх початкової кількості та відповідала нормам чинного ДСТУ. У КВС з 10 до 30 доби відмічено повільне їх відмирання – на 19,3 %, що свідчить про зниження антагоністичної активності заквашувального препарату на пізніх стадіях зберігання продукту. При цьому чисельність лактофлори закваски завжди була нижчою у спредах у присутності БГКП у порівнянні з спредами, інфікованих дріжджами (рис. 6.36).

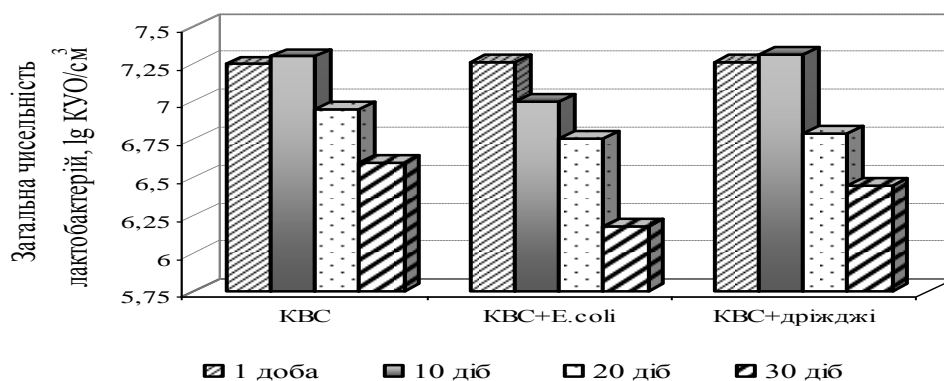


Рис. 6.36. Вплив БГКП та дріжджів на вміст молочнокислих бактерій у солодко- та кисловершкових спредах впродовж зберігання

Очевидно, завдяки поєднанню молочно- та пропіоновокислих бактерій розширюється спектр антимікробної активності бактеріальної композиції до

сторонньої мікробіоти, яка спричиняє псування продукту. Особливість метаболізму мікроорганізмів композиції, а саме здатність до синтезу антимікробних сполук (молочної та пропіонової кислот, діацетила, бактеріоцинів тощо) забезпечує ефективний антимікробний «консервуючий» ефект, з'являється можливість отримати гігієнічно благополучний продукт. У солодковершковому спреді обмежується розвиток технічно-шкідливої мікрофлори, тоді як у кисловершковому збільшується інтенсивність її відмирання (290).

Отже, виробництво кисловершкового спреду у разі дотримання санітарних норм не представляє небезпеки для маслоробства, а застосування заквашувальної культури не тільки поліпшує якість продукту, але й його санітарно-гігієнічні показники.

Які відомо, що пропіоновокислі бактерії здатні до біосинтезу вітаміну B₁₂ (326). Було встановлено, що у свіжому кисловершковому спреді його кількість складала 1,6 мкг/100 г і є індивідуальною специфічністю та здатністю відібраного штаму до утворення даного вітаміну (табл. 6.18).

Таблиця 6.18 – Порівняльна характеристика біологічної цінності солодковершкового та кисловершкового спредів

Показники	Солодковершковий спред	Кисловершковий спред
Вітамін B ₁₂ , мкг/100 г	-	1,6
Холестерин, %	62,31	60,09
Брасікостерин, %	6,76	6,75
Кампастерин, %	8,89	8,89
В-ситостерин, %	22,03	22,00
Відносна біологічна цінність, %	56,15	81,85

З'ясовано, що спреди, збагачені закваскою, мають менший рівень холестерину та вищу біологічну цінність у порівнянні з солодковершковими. У зразках спредів завдяки заміненню молочного жиру, виявлено фітостерини (кампостерин, стигмастерин і ситостерин), що здатні знижувати рівень холестерину у крові людини, і цим самим зменшувати ризик серцево-судинних захворювань.

Отже, розроблено заквашувальну культуру на основі полікомпонентної композиції молочно- та пропіоновокислих бактерій, які доповнюють ферментний потенціал один одного, що дає можливість стимулювати загальне нагромадження продуктів метаболізму, таких як діацетил, леткі органічні кислоти, які володіють спектром цінних властивостей, та, як наслідок, підвищують його технологічну ефективність та мікробіологічну безпечність.

Таким чином, на підставі дослідження закономірностей функціонування заквашувальної мікрофлори, а також пов'язані з нею фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні характеристики під час зберігання кисловершкових спредів показано, що виробництво КВС з використанням бакпрепарату «КВС-П» забезпечує високу органолептичну характеристику продуктам.

6.4. Дослідження закономірностей функціонування бакпрепаратів за ферментування молочно-жирових емульсій як основи біотехнології кисловершкових паст

Чи не найскладнішою задачею, яку було поставлено у даній роботі, – розроблення принципово нових низькожирних продуктів маслоробства – вершкових паст, збагачених живою корисною мікрофлорою. Її вирішення цілком залежало від узгодженої дії технологічного і мікробіологічного факторів, а саме: забезпечити стабільність структурних властивостей низькожирних вершків, протидіяти зменшенню в'язкості та розшаруванню системи із вмістом жирової фази 30-40 % і підібрати бактеріальний препарат, здатний ферментувати молочно-жирові емульсії.

6.4.1. Дослідження впливу стабілізаторів структури на властивості вершків як основи для низькожирних продуктів маслоробства. Основою технології конкурентоспроможних нових видів низькожирних продуктів маслоробства – вершкових паст, – є отримання ефективних стійких молочно-жирових емульсій (МЖЕ), які використовуються як проміжні продукти для їх виробництва і завдяки термомеханічній обробці перетворюються в продукт із заданою структурою та властивостями (287). Однак зниження масової частки жиру в молочно-жировій емульсії погіршує структурування продукту. Для формування властивостей

молочно-жирових емульсій з фазовою структурою «жир у воді» необхідним є використання стабілізаторів і емульгаторів.

Вибір стабілізаторів консистенції та емульгаторів здійснювали з числа запропонованих на ринку харчових добавок відомими вітчизняними та зарубіжними виробниками, які дозволені для використання у виробництві харчових продуктів.

Було досліджено 10 емульгаторів, до складу більшості яких входять моно- і дигліцериди, а деяких – комплекс моно-, дигліцеридів і лецитину. У залежності від складу досліджувані емульгатори різняться за зовнішнім виглядом, температурою плавлення, показниками кислотного та йодного числа. Як свідчать результати досліджень (табл. 6.19), фізико-хімічні показники досліджуваних емульгаторів проявляються на їх емульгувальній здатності. Даний показник коливався в діапазоні від 0,010 см³/мг до 0,107 см³/мг, що можна пояснити відмінностями у взаємодії емульгаторів з диспергованою за механічної обробки жировою фазою у присутності молочних білків.

Таблиця 6.19 – Порівняльна характеристика емульгаторів та їх вплив на властивості вершків

№ п/п	Емульгатори	Властивості емульгаторів			Вплив емульгаторів на властивості вершків (м.ч. жиру 35%)	
		Емуль-вальна здатність, см ³ /мг	Стійкість емульсії у вершках з м.ч. жиру, %		Ефективна в'язкість за 15°C, Па·с	Відстій жиру, %
			35 %	40 %		
	Вершки без емульгатора(контроль)	-	10,0	12,0	0,054±0,009	85,00
1	Дімодан НР	0,012±0,004	51,3	59,0	0,34±0,009	43,41
2	Грінстед PS-101	0,010±0,011	48,7	49,0	0,09±0,009	72,41
3	Грінстед PGE-55	0,040±0,004	50,6	57,1	0,43±0,009	73,36
4	Грінстед PGE-20 VEG	0,011±0,006	50,0	56,9	0,23±0,009	51,15
5	Дімодан U/G	0,009±0,004	50,0	59,2	0,61±0,009	73,00
6	Полігліцерол поліріциномат ПП-02	0,050±0,003	48,8	60,0	0,54±0,009	52,14
7	Rimulsoft super (V)	0,008±0,003	45,0	51,3	0,56±0,009	56,00
8	Палсгаард - 3228	0,076±0,013	50,0	50,5	0,30±0,009	75,00
9	Палсгаард - 0147	0,087±0,007	25,0	27,3	0,20±0,009	70,00
10	Лецитин	0,107±0,005	33,0	35,2	0,19±0,009	66,40

Порівняно підвищеною емульгувальною здатністю володіють: Палсгаард-0147, Палсгаард-3228, лецитин, полігліцерол поліріциномат ПП-02. Тому для низькожирних продуктів їх можна використовувати в менших кількостях у порівнянні з іншими емульгаторами. Встановлено, що додавання 1 % емульгаторів у вершки з м.ч. жиру 35 % призводило до збільшення в'язкості вершків в 1,7-11,3 рази.

Найбільші зміни в'язкості характерні для вершків з додаванням емульгатору Дімодан U/G, показники якого складали 0,6 Па·с. Емульгатори Грінстед PGE-55, полігліцерол поліріциномат ПП-02, Rimulsoft super (V) дещо поступалися за цим показником і обумовлювали в'язкість вершків приблизно на одному рівні – 0,43-0,56 Па·с.

Важливим показником, що характеризує емульгувальні властивості емульгаторів, є їх здатність підтримувати двохфазну систему в однорідному стані без розшарування. Її визначали за показником стійкості емульсії. Представлені дані в таблиці 6.19 свідчать, що використання емульгаторів підвищує стійкість емульсії молочного жиру з м.ч. жиру 35 % у молочній плазмі на 15-48 % і дозволяє отримати стійкі емульсії практично при використанні всіх досліджуваних емульгаторів. Однак найбільшою стійкістю володіють емульсії з додаванням емульгаторів Дімодан НР, Грінстед PGE-20 VEG, полігліцерол поліріциномат ПП-02. Так, стійкість емульсії у вершках з м.ч. жиру 35 % та 40 % відповідно складали 49-51 % та 57-60 %. При цьому відстій жиру був найменшим – 43-52 %. Порівняно нижчою стійкістю характеризувалися жирові емульсії з використанням Палсгаард-0147 та лецитину – 27,3-35,2 % з високим показником відстою жиру – 75,0-66,0 % (287).

Всі досліджувані емульгатори погано розчиняються у молоці за температури 30 °С та добре розчиняються у вершках з м.ч. жиру 30-40 % за температури на 3-5 °С вище їх температури плавлення. Температура плавлення досліджуваних емульгаторів знаходилася в діапазоні від 33 °С до 70 °С. Варто зауважити, що кислотність жирової фази вершків з емульгаторами при цьому майже не змінювалася.

Під час оцінки стабілізаторів консистенції використовували 1 %-ні розчини стабілізаторів у знежиреному молоці та вершках. Більшість з відібраних

стабілізаторів є багатокомпонентним, за винятком горохового волокна Pea fiber 150 М та желатину. До складу багатокомпонентних стабілізаторів у різних співвідношеннях входять гуарова камідь, камедь рожкового дерева, желатин, модифіковані крохмали, пектини, альгінат натрію. Доброю розчинністю володіли горохові волокна, колоїдани PL і QNA, желатин, які утворювали однорідні в'язкі розчини. Погано розчинялися в знежиреному молоці пектин (Хамульсіон УЕА) з утворенням грудок та піни, а також Binder 1,0, який у молоці утворював міцний гель.

Стабілізатори консистенції істотно впливали на фізико-хімічні властивості вершків (табл. 6.20). Їх використання призводило до збільшення в'язкості вершків в 3,3-21,9 рази, що сприяло підвищенню седиментаційної стійкості та стійкості до розшарування. Проте після внесення у молоко 1 % стабілізатора Binder 1,0 ефективна в'язкість збільшувалась в 176,3 рази з утворенням міцного гелю.

Таблиця 6.20 – Вплив стабілізаторів на фізико-хімічні властивості вершків та знежиреного молока

№ п/п	Стабілізатори	Вершки		Знежирене молоко		
		Ефективна в'язкість за температури 15 °С, $\cdot 10^3$ Па·с	Седиментаційна стійкість, %	Ефективна в'язкість за температури 15 °С, Па·с	Стійкість до розшарування, %	Активна кислотність, од. рН
1	Горохові волокна	0,18 \pm 0,003	12,8 \pm 4,0	0,018 \pm 0,003	7 \pm 1,2	6,66 \pm 0,05
2	Коллоїдан QNA	1,06 \pm 0,009	68,3 \pm 4,4	0,252 \pm 0,007	64 \pm 3,3	6,56 \pm 0,05
3	Хамульсіон PL	0,90 \pm 0,008	85,0 \pm 4,6	0,152 \pm 0,009	60 \pm 3,0	6,35 \pm 0,05
4	Хамульсіон PC	1,18 \pm 0,008	99,3 \pm 6,6	0,162 \pm 0,009	68 \pm 3,4	6,62 \pm 0,05
5	Хамульсіон УЕА	0,68 \pm 0,008	98,2 \pm 5,5	0,036 \pm 0,006	18 \pm 3,4	6,22 \pm 0,05
6	Binder 1,0	9,52 \pm 0,008	99,5 \pm 4,7	2,180 \pm 0,100	98 \pm 4,1	6,48 \pm 0,05
7	Крохмал Pregeflorm	0,52 \pm 0,009	90,0 \pm 5,3	0,036 \pm 0,004	20 \pm 4,4	6,62 \pm 0,05
8	Крохмал Clearam	0,36 \pm 0,004	88,2 \pm 4,7	0,018 \pm 0,005	12 \pm 2,1	6,64 \pm 0,05
9	Мультистаб	0,40 \pm 0,008	94,5 \pm 4,3	0,072 \pm 0,009	70 \pm 2,2	6,60 \pm 0,05
10	Желатин	0,50 \pm 0,003	97,0 \pm 4,4	0,310 \pm 0,050	53 \pm 2,6	6,45 \pm 0,05

Порівняно підвищеною в'язкістю і відповідно вологоутримувальною здатністю за температури 15 °С характеризуються розчини знежиреного молока зі стабілізаторами колоїдану QNA, Binder 1,0 та желатину. За кислотністю 1 %

розчини стабілізатору Хамульсіон УЕА у знежиреному молоці вирізнявся вищою кислотністю – 6,2 од. рН, тоді як рівень рН в решти розчинів стабілізаторів коливався в межах 6,5-6,7 од. рН. При внесенні стабілізаторів у вершки, відмічено аналогічні тенденції зміни кислотності, як у знежиреному молоці.

Одним з способів регулювання властивостей молочно-жирових емульсій з фазовою структурою «жир у воді» є використання, крім стабілізаторів і емульгаторів, молочно-білкових добавок (МБД), як додаткових стабілізуючих компонентів структури. У зв'язку з цим було досліджено вплив 5 МБД різного складу: сухого знежиреного молока (СЗМ), концентрату молочного білку (КМБ-УФ), концентратів сироваткових білків (КСБ-УФ), отриманих ультрафільтрацією, та демінералізованої сироватки (ДМ) на фізико-хімічні та органолептичні властивості вершків.

Отримані дані свідчать, що молочно-жирові емульсії з використанням 1 % молочних концентратів КМБ-УФ та КСБ-УФ, характеризувалися вищою ефективною в'язкістю – 0,9-0,8 Па·с (табл. 6.21).

Таблиця 6.21 – Вплив молочних концентратів як стабілізуючих компонентів на властивості вершків

№ п/п	Молочні концентрати	Ефективна в'язкість за температури 15 °С, Па·с	Зміна властивостей вершків за температури 15 °С			
			ефективна в'язкість, Па·с	седиментаційна стійкість, %	стійкість до розшарування, %	рН, од
1	Сузе знежирене молоко (СЗМ)	0,036±0,009	0,543±0,009	66,4	52,0	6,59
2	Концентрат молочний білковий УФ	0,018±0,005	0,360±0,009	80,0	57,1	6,60
3	Сироватка демінералізована підсирна суха (електродіаліз, рівень демінералізації 90 %,)	0,018±0,005	0,192±0,009	83,4	65,0	6,59
4	Концентрат сироватковий білковий сухий (КСБ-УФ-80), (ультрафільтрація,)	0,018±0,004	0,360±0,009	83,0	58,0	6,60
5	Концентрат сироватковий білковий сухий (КСБ-УФ-80)	0,018±0,004	0,767±0,009	70,0	57,0	6,64
6	Концентрат молочних білків сухий КМБ-УФ,	0,036±0,004	0,948±0,009	82,1	54,0	6,64

Слід очікувати, що їх використання за рахунок вищої в'язкості у МЖЕ забезпечить вищий ефект стабілізації структури вершкових паст, ніж застосування СЗМ та демінералізованої сироватки та потребуватимуть використання меншої їх дози. Водночас седиментаційна стійкість для всіх молочних концентратів знаходилася в межах 70-83 %, тоді як для СЗМ вона була найменшою і складала 66,4 %МБД у кількості 1,0-7,0 % добре розчиняються і рівномірно розподіляються у молочно-жирових емульсіях. За органолептичними показниками розчини СЗМ та КМБ-УФ мали чистий молочний присмак; КСБ-УФ – молочний з легким солодкуватим і сироватковим присмаком; демінералізованої сироватки – солодкуватий присмак.

6.4.2. Дослідження властивостей молочно-жирових емульсій з фазовою структурою «жир у воді» у залежності від масової частки жиру та стабілізуючих систем. Зниження масової частки жиру вершків у виробництві низькожирних паст 30-40 % обумовлює зниження їх в'язкості, стійкості структурування за різного апаратурного оформлення технологічного процесу. Причиною цьому є зміна складу і фізико-хімічних властивостей вершків (287).

Дослідження складу і фізико-хімічних властивостей вершків з м.ч. жиру 30-50%, що використовуються як вихідна сировина для молочно-жирових емульсій, показали, що зі зниженням співвідношення м.ч. жиру/СЗМЗ у вершках знижується в'язкість і підвищується вміст емульгованого жиру. Це підвищує їх седиментаційну стійкість, обумовлюючи стабілізацію структури.

Таблиця 6.22 – Фізико-хімічні показники вершків різної жирності як вихідної сировини для виробництва паст

М.ч. жиру у вершках, %	Співвідношення М.ч. жиру/СЗМЗ	Відстій жиру, %	Ефективна в'язкість, Па·с	Вміст емульгованого жиру, %
70	27,91	96,0	13,789±0,05	82,2
50	11,96	85,9	0,818±0,009	92,1
40	7,97	85,1	0,072±0,008	94,2
35	4,99	84,5	0,054±0,006	97,2
30	3,22	84,0	0,036±0,006	98,2

Зокрема, зниження у вершках м.ч. жиру з 70 до 30 %, обумовлює зниження їх в'язкості у 50 разів. Вершки з м.ч. жиру 35 % наближалися за показниками в'язкості до вершків з м.ч. жиру 40 %. Кількість емульгованого жиру у вершках з м.ч. жиру 50 %, 40 %, 35 % та 30 % була вищою відповідно на 16,0, 15,0, 12,0, 9,9 %, ніж у вершках з м.ч. жиру 70 %. Стійкість жирових емульсій є оберненою величиною відстою жиру та прямо пропорційна співвідношенню в них Ж/СЗМЗ (табл. 6.22).

Отже, зниження жирності вершків, та, відповідно, збільшення плазми, призводить до значних змін показників, які погіршують здатність вершків перетворюватися в маслоподібні продукти та стабілізувати їх структуру.

У зв'язку з цим, для направленої регулювання властивостей молочно-жирових емульсій різної жирності (30 %, 35 %, 40 %) як основи для виробництва паст та оптимізації доз стабілізаторів структури відносно масової частки жиру, які б забезпечували молочно-жировим емульсіям фізичні показники, близькі до контрольних вершків, вивчено ефективність сумісної дії стабілізаторів консистенції на прикладі коллоїдану QNA у кількості від 0 до 2 % та емульгатору дімодан U/G – від 0 до 1,0 % та встановлено залежності змін фізико-хімічних та органолептичних властивостей.

Встановлено, що із збільшенням доз стабілізаторів структури і масової частки жиру в молочно-жирових емульсіях зростає ефективна в'язкість та підвищується бальна оцінка консистенції завдяки збільшенню їх пластичності. Результати аналізу щодо зміни властивостей вершків жирністю 30-40 % з використанням стабілізатору та емульгатору представлено в табл. 6.23. Слід зауважити, що спільне використання емульгаторів і стабілізаторів консистенції є ефективнішим. Смак і запах, а також консистенцію досліджуваних зразків молочно-жирових емульсій визначали за спеціально розробленою 5-ти бальною шкалою (табл. 6.24) та оцінено відповідно в діапазоні 3,0-4,7 бали та 2,5-5,0 бали.

У всіх досліджуваних варіантах молочно-жирових емульсій з використанням стабілізаторів структури спостерігали тенденцію до поліпшення консистенції. Проте найвищу бальну оцінку отримали емульсії з м.ч. жиру 30 % з використанням 1 % стабілізатора та 1 % емульгатора та 1,5 % стабілізатора і 0,5 % емульгатора.

Найліпшими за консистенцією були молочно-жирові емульсії з м.ч. жиру 35-40 %, отримані з використанням стабілізатора і емульгатора у кількостях, відповідно, 1,5% та 0,5 % та 1 % та 0,5 %. Молочно-жирові емульсії з різною масовою часткою жиру з використанням стабілізатора до 1,5 % та емульгатора 1,0 % за смаковими характеристиками були прийнятними. Відмічено, що зі зниженням жирності емульсії та підвищенням вмісту емульгатора, посилюється присмак гіркоти.

Таблиця 6.23 – Зміна властивостей вершків з масовою часткою жиру 30%, 35%, 40% в залежності від дози стабілізаторів структури

Масова частка жиру вершків, %	Масова частка стабілізатора, %	Масова частка емульгатора, %	Ефективна в'язкість, $\cdot 10^3$ Па·с	Смак і запах, бали	Консистенція, бали	Седиментаційна стійкість, %
30	1	0	3,459	4,0	3,5	93,2
30	1	0,5	5,139	4,0	4,0	92,6
30	1	1	5,93	4,5	4,5	93,3
30	1,5	0	5,83	4,7	3,5	93,0
30	1,5	0,5	7,709	4,5	4,5	93,1
30	1,5	1	16,406	3,0	3,5	92,7
30	2	0	14,980	3,5	3,0	93,6
30	2	0,5	23,725	3,0	3,0	92,6
30	2	1	25,327	2,5	2,5	91,7
35	0,5	0	4,154	4,2	3,0	92,3
35	0,5	0,5	4,378	4,2	3,5	92,5
35	0,5	1	4,494	3,5	3,0	93,9
35	1	0	5,535	4,2	4,0	92,0
35	1	0,5	10,707	4,7	5,0	91,9
35	1	1	12,651	4,2	4,5	93,9
35	1,5	0	13,837	4,5	3,7	92,3
35	1,5	0,5	15,481	4,0	4,5	92,4
35	1,5	1	25,263	3,0	4,0	90,2
40	0,5	0	24,3	4,5	3,0	85,1
40	0,5	0,5	32,3	4,5	3,7	86,0
40	0,5	1	35,5	3,5	3,0	86,4
40	1	0	48,620	5,0	4,5	83,2
40	1	0,5	50,36	5,0	5,0	82,2
40	1	1	56,1	4,0	2,5	88,8
40	1,5	0	52,36	4,5	4,2	82,7
40	1,5	0,5	56,1	4,5	4,0	82,3
40	1,5	1	68,9	3,0	3,0	80,6

Як свідчать отримані дані, внесення емульгатора у вершки 30 %, 35 %, 40 % жирності менше впливало на ефективну в'язкість молочно-жирових емульсій. Істотніші зміни даного показника відбувалися за внесення у вершки стабілізатора.

Так, в'язкість вершків 30 % жирності у варіанті з 2 % стабілізатору наближалася до в'язкості вершків з м.ч. жиру 70 % (контроль). В'язкість вершків 40 % жирності вже у разі внесення в них 1 % стабілізатора була вище в'язкості контрольних вершків 70 %-ї жирності. В'язкість вершків 35 % жирності з використанням стабілізатора і емульгатора, відповідно, у кількостях 1 і 0,5%, 1 і 1 %, 1,5 і 0,5 % наближалися до в'язкості контрольних вершків і коливалася в межах 10,7-15,4 Па·с.

За внесення стабілізатору у вершки 30-40 % жирності спостерігали збільшення седиментаційної стійкості.

Таблиця 6.24 – Шкала органолептичної оцінки молочно-жирових емульсій для одержання вершкових паст

№п/п	Характеристика	Бали
Смак і запах		
1	Чистий, вершковий, без сторонніх присмаків і запахів стабілізаторів структури	5,0
2	Не достатньо виражений вершковий присмак і запах	4,0
3	Не виражений вершковий, слабо сторонній	3,0
4	Злегка нечистий, зі стороннім присмаком і запахом стабілізаторів консистенції і емульгаторів	2,0
5	Різко виражені сторонні присмаки і запахи стабілізаторів і емульгаторів структури, відчувається гіркота	1,0
Консистенція		
1	Щільна, пластична, однорідна	5,0
2	Занадто щільна, однорідна, злегка мучниста	4,0
3	Пастоподібна, недостатньо щільна, сметаноподібна, однорідна, слабка мучнистість	3,0
4	Пастоподібна, неоднорідна, липка, тугоплавка або сметано подібна, дуже в'язка, піщаниста	2,0
5	Рідка, розшаровується, нестійка	1,0

Отже, результати досліджень щодо впливу стабілізаторів та емульгаторів на в'язкість молочно-жирових емульсій жирністю 30-40 % дають підставу

стверджувати, що додавання стабілізаторів структури обумовлює можливість наближення структурно-механічних властивостей до вершків 70 % жирності.

Для того, щоб оцінити міру впливу на досліджувані результативні показники кожного із введених у модель факторів при фіксованому положенні на середньому рівні інших факторів, було проведено багатофакторний регресійний аналіз експериментальних даних. Важливою умовою є відсутність функціонального зв'язку між факторами. Для цього побудовано математичну модель у вигляді аналітичного виразу, котрий якнайкраще відображував зв'язок факторних ознак з результативною. Для отримання стійких молочно-жирових емульсій, виконано математичне моделювання за допомогою двохфакторної лінійної регресійної моделі, яка в загальному має вигляд :

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \varepsilon$$

Де,

b_0 - вільний член, який визначає значення Y , в разі, коли всі незалежні змінні x_i рівні 0.

b_1 , b_2 – показують наскільки зміниться результативна ознака, при зміні на одиницю вимірювання кожного незалежного фактора x_1 та x_2 .

Для отримання стійких молочно-жирових емульсій:

x_1 – масова частка стабілізатору консистенції у вершках у діапазоні від 1,0 до 2,0 %;

x_2 – масова частка емульгатора у вершках у діапазоні від 0 до 1,0 %;

Y_1 – ефективна в'язкість; Y_2 – смак і запах; Y_3 – консистенція; Y_4 – седиментаційна стійкість ;

ε – випадкова змінна, що характеризує відхилення факторів x_1 , x_2 від лінії регресії (залишкова змінна).

В дослідженні – математичне сподівання випадкового відхилення ε_i дорівнює 0 для всіх спостережень ($M(\varepsilon_i) = 0$).

Для оцінки невідомих параметрів b_0 , b_1 , b_2 застосовано метод найменших квадратів. Згідно з методом невідомі параметри функції вибираються таким чином,

щоб сума квадратів відхилень експериментальних (емпіричних) значень Y_i від їх розрахункових (теоретичних) Y_{ip} значень була мінімальною, тобто:

$$S = \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{ip})^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \varphi(X_i, b_0, b_1, \dots, b_k))^2 \rightarrow \min$$

Моделювання та обробка експериментальних даних виконувались за допомогою математичного пакету MathCad. Для емульсій з м.ч.жиру 30 % отримані рівняння математичних моделей мають вигляд:

- 1) Рівняння, що кількісно описує ефективну в'язкість:

$$Y_1 = -14,13 + 14,85 \cdot x_1 + 5,76 \cdot x_2$$

- 2) Рівняння, що кількісно описує смак і запах:

$$Y_2 = 4,85 - 0,46 \cdot x_1 - 0,87 \cdot x_2$$

- 3) Рівняння, що кількісно описує консистенцію:

$$Y_3 = 3,79 - 0,02 \cdot x_1 - 0,21 \cdot x_2$$

- 4) Рівняння, що кількісно описує седиментаційна стійкість:

$$Y_4 = 99,05 - 3,09 \cdot x_1 - 0,65 \cdot x_2$$

Для емульсій з м.ч.жиру 35 % отримані рівняння математичних моделей мають вигляд:

- 1) Рівняння, що кількісно описує ефективну в'язкість:

$$2) Y_1 = 9,1 + 6,93x_1 + 3,15x_2 + 1,64x_1^2 + 2,77x_1x_2$$

- 3) Рівняння, що кількісно описує смак і запах:

$$Y_2 = 2,33 + 4,16x_1 + 1,54x_2 - 1,88x_1^2 - 1,48x_2^2 - 0,8x_1x_2$$

- 4) Рівняння, що кількісно описує консистенцію:

$$Y_3 = 4,9 + 0,45x_1 + 0,13x_2 - 0,88x_1^2 - 0,63x_2^2 + 0,075x_1x_2$$

- 5) Рівняння, що кількісно описує седиментаційна стійкість:

$$Y_4 = 91,92 + 0,58x_1 - 3,68x_1x_2 + 3,68x_2$$

Для емульсій з м.ч.жиру 40 % отримані рівняння математичних моделей мають вигляд:

- 1) Рівняння, що кількісно описує ефективну в'язкість:

$$Y_1 = 2,71 + 23,89 \cdot x_1 + 8,61 \cdot x_2$$

- 2) Рівняння, що кількісно описує смак і запах:

$$Y_2 = 5,99 - 0,46 \cdot x_1 - 0,87 \cdot x_2$$

- 3) Рівняння, що кількісно описує консистенцію:

$$Y_3 = 3,89 - 0,02 \cdot x_1 + 0,21 \cdot x_2$$

4) Рівняння, що кількісно описує седиментаційна стійкість:

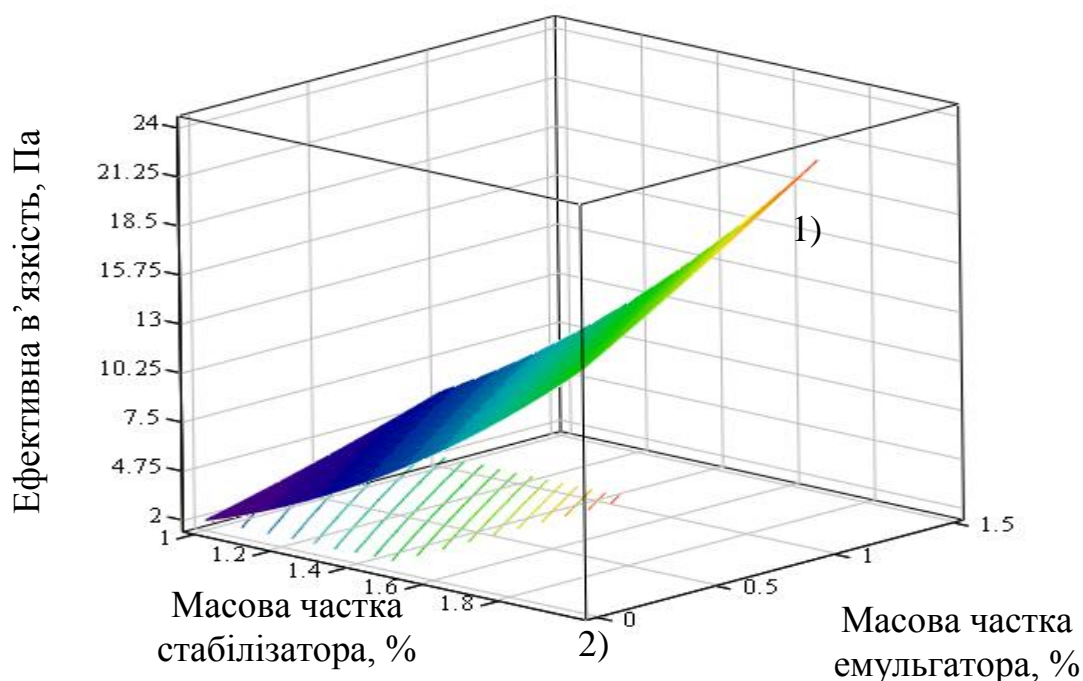
$$Y_4 = 89,22 - 3,09 \cdot x_1 - 0,65 \cdot x_2$$

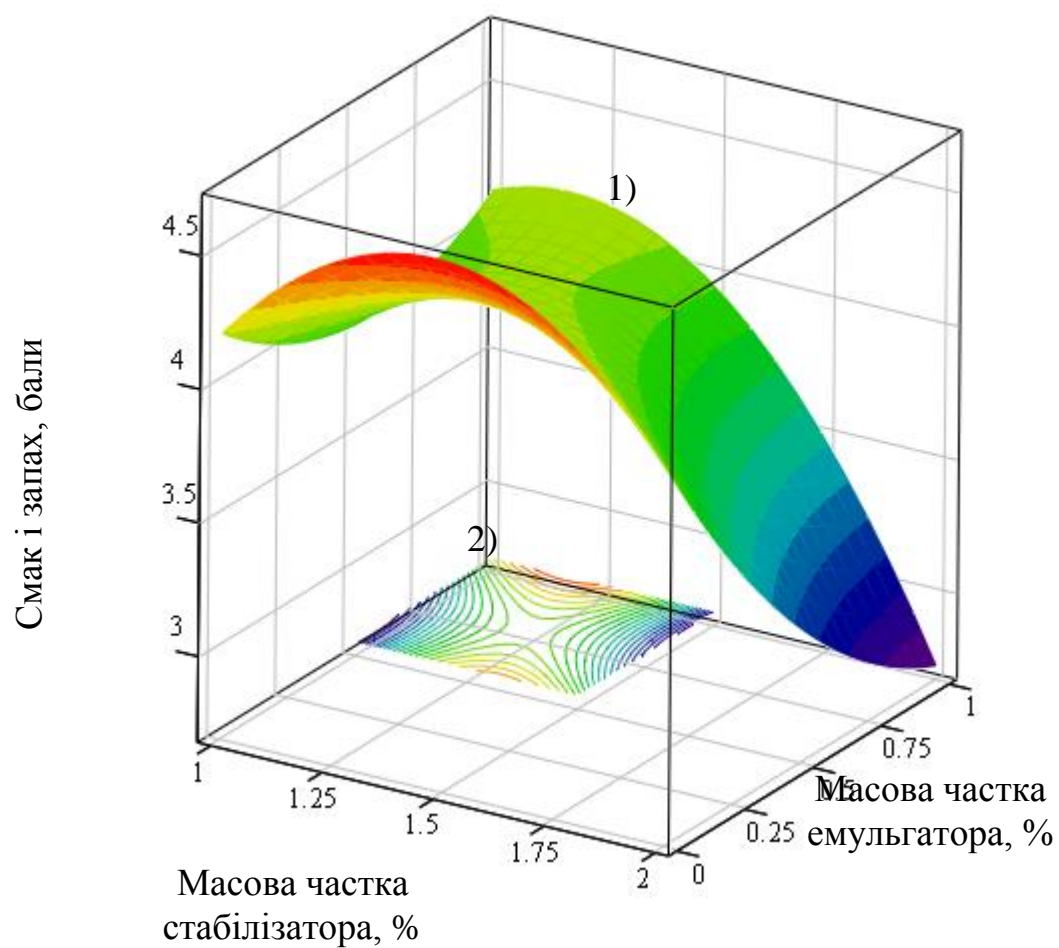
Адекватність моделей перевірена за коефіцієнтами детермінації $R^2_{Y1}=96\%$, $R^2_{Y2}=98\%$, $R^2_{Y3}=91\%$, $R^2_{Y4}=92\%$ що свідчить про високу якісну характеристику зв'язку коефіцієнтів системи, а також зроблено перевірку за допомогою F-тесту (F-критерій Фішера) та t-розподілу Ст'юдента для оцінки надійності коефіцієнтів кореляції.

Для комплексного аналізу зміни властивостей вершків з масовою часткою жиру 30%, 35%, 40% в залежності від дози стабілізаторів структури та визначення раціональних діапазонів стабілізаторів було проведено багатовимірний регресійний аналіз експериментальних даних.

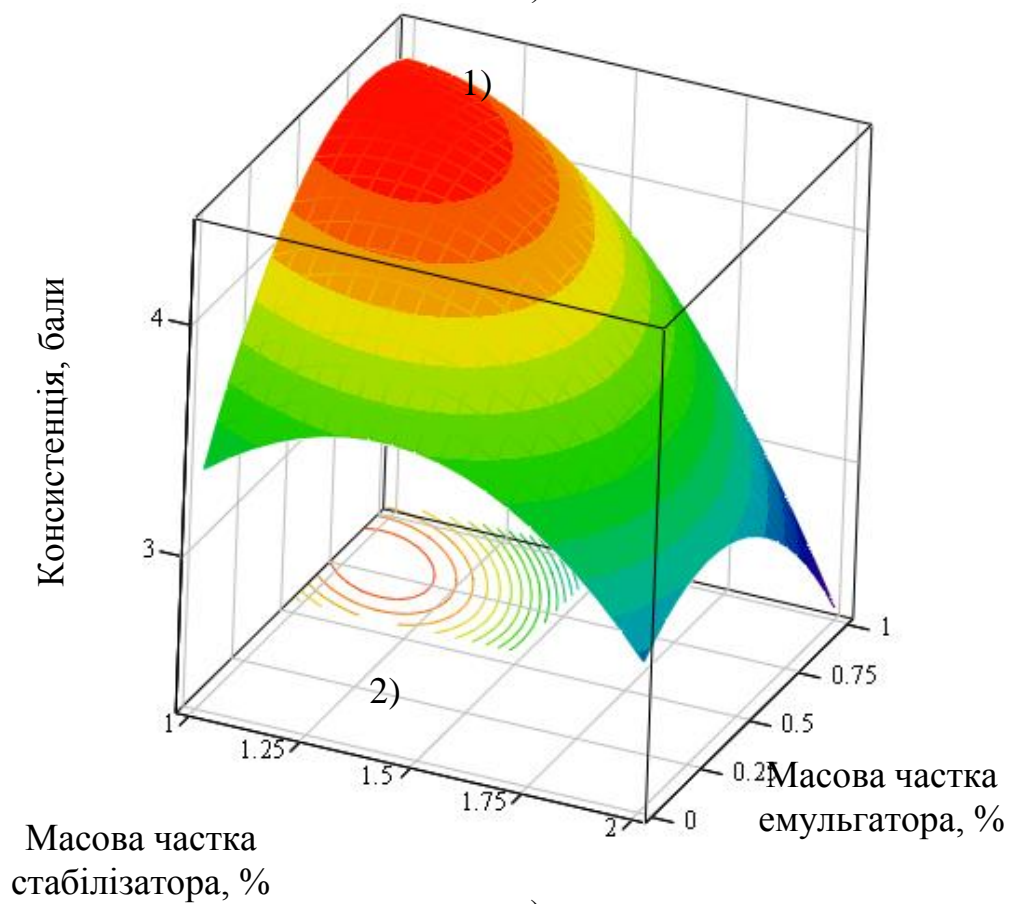
На основі результатів експериментальних досліджень проведено двовимірну апроксимацію математичної залежності $f=\varphi(x,y)$ – математичну модель, яка з достатньою точністю відтворює досліджувану закономірність $y=f(x,y)$ – експериментальні дані.

Визначено функціональні залежності у вигляді двовимірних поліномів другого степеню, які досить точно описують технологічний процес. Результати моделювання представлено на рис. 6.37 – 6.39.

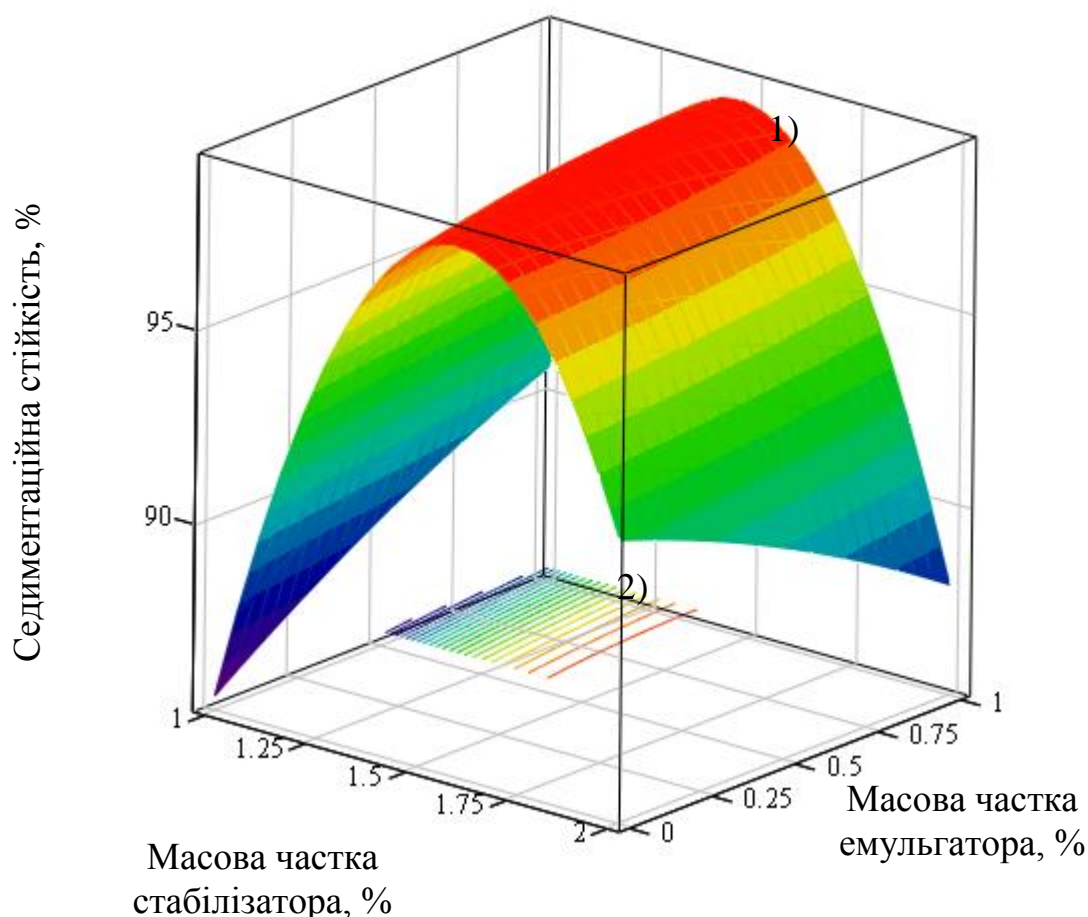




б)



в)



г)

Рис. 6.37. Графічні 3D моделі (а,б,в,г–1) та раціональні діапазони (а,б,в,г–2) впливу незалежних факторів x та y на основні фізико-хімічні та органолептичні показники молочно-жирових емульсій з м.ч.ж. 30 %

Аналіз проведених досліджень показав, що оптимальні показники для Y_1 становлять від $5,93 \cdot 10^3$ до $7,709$ Па·с; для Y_2 становить 4,5 балів; для Y_3 становить 4,5 балів та Y_4 становить від 93,1 до 93,3 % за внесення 1,5 % стабілізатору і 0,5 % емульгатору, або стабілізатору і емульгатору по 1 %.

Рівняння, які адекватно описують результат експерименту для м.ч.жиру 30 % мають наступний вигляд:

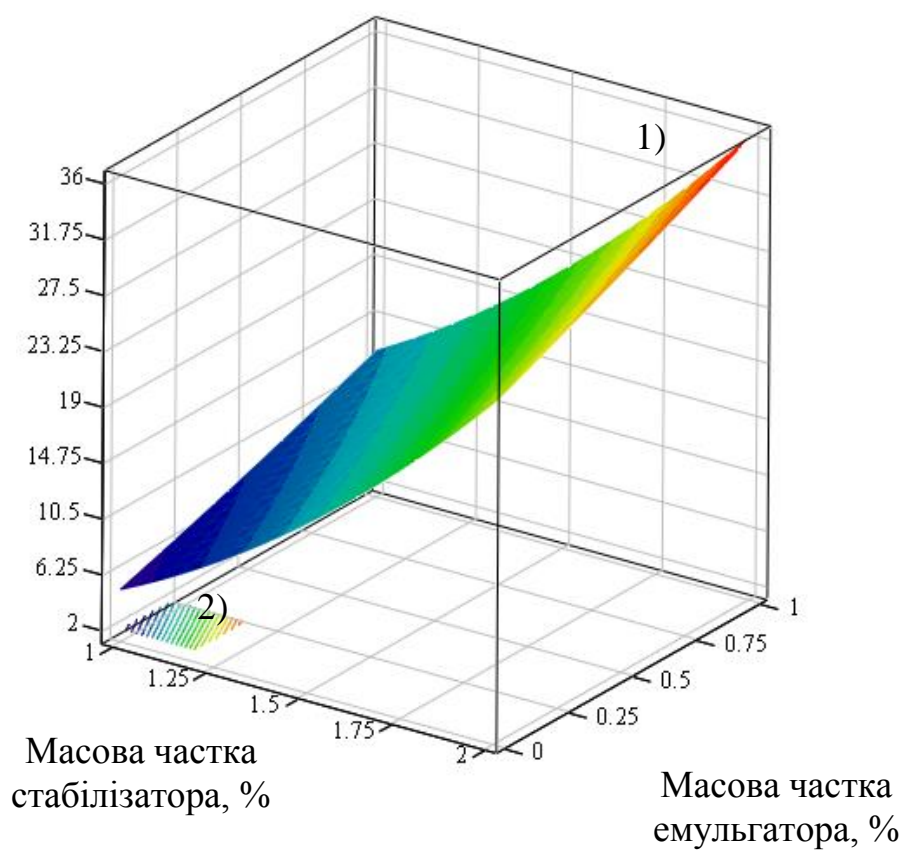
$$Y_1(x, y) := 0.54 - 4.43 \cdot x + 5.85 \cdot x^2 - 1.45 \cdot y + 0.63 \cdot y^2 + 4.513 \cdot x \cdot y$$

$$Y_2(x, y) := 0.13 + 6.17 \cdot x - 2.09 \cdot x^2 + 0.27 \cdot y + 0.92 \cdot y^2 - 1.28 \cdot x \cdot y$$

$$Y_3(x, y) := 0.012 + 5.22 \cdot x - 1.87 \cdot x^2 + 4.15 \cdot y - 1.67 \cdot y^2 - 1.54 \cdot x \cdot y$$

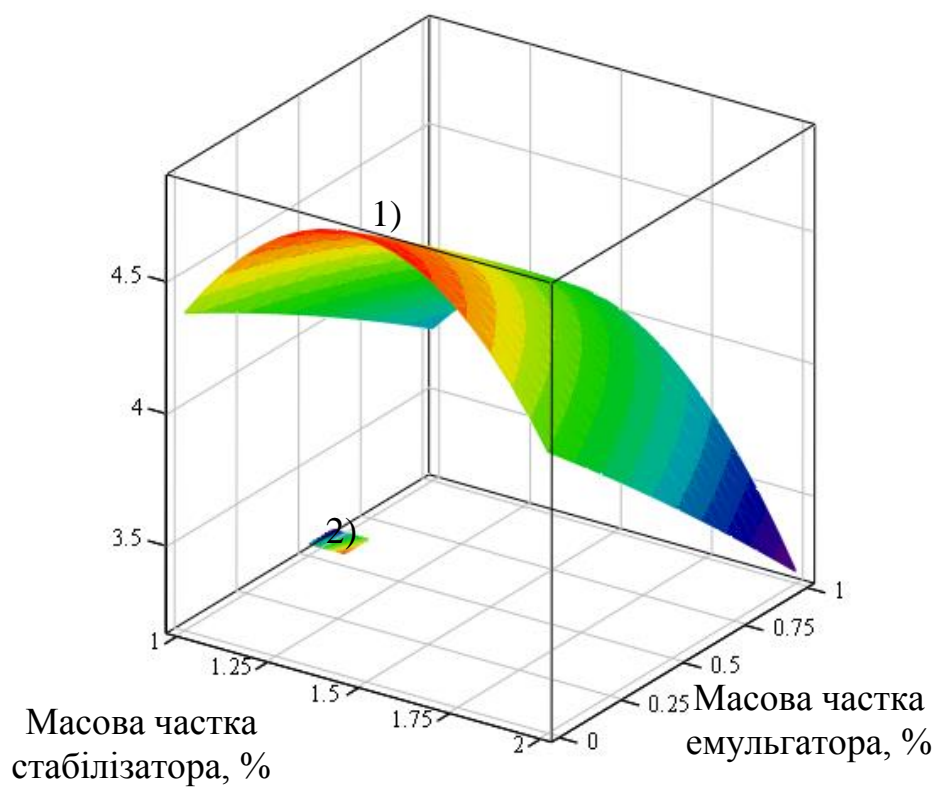
$$Y_4(x, y) := 2.23 + 121.54 \cdot x - 38.2 \cdot x^2 + 16.23 \cdot y - 1.49 \cdot y^2 - 9.59 \cdot x \cdot y$$

Ефективна в'язкість, Па



а)

Смак і запах, бали



б)

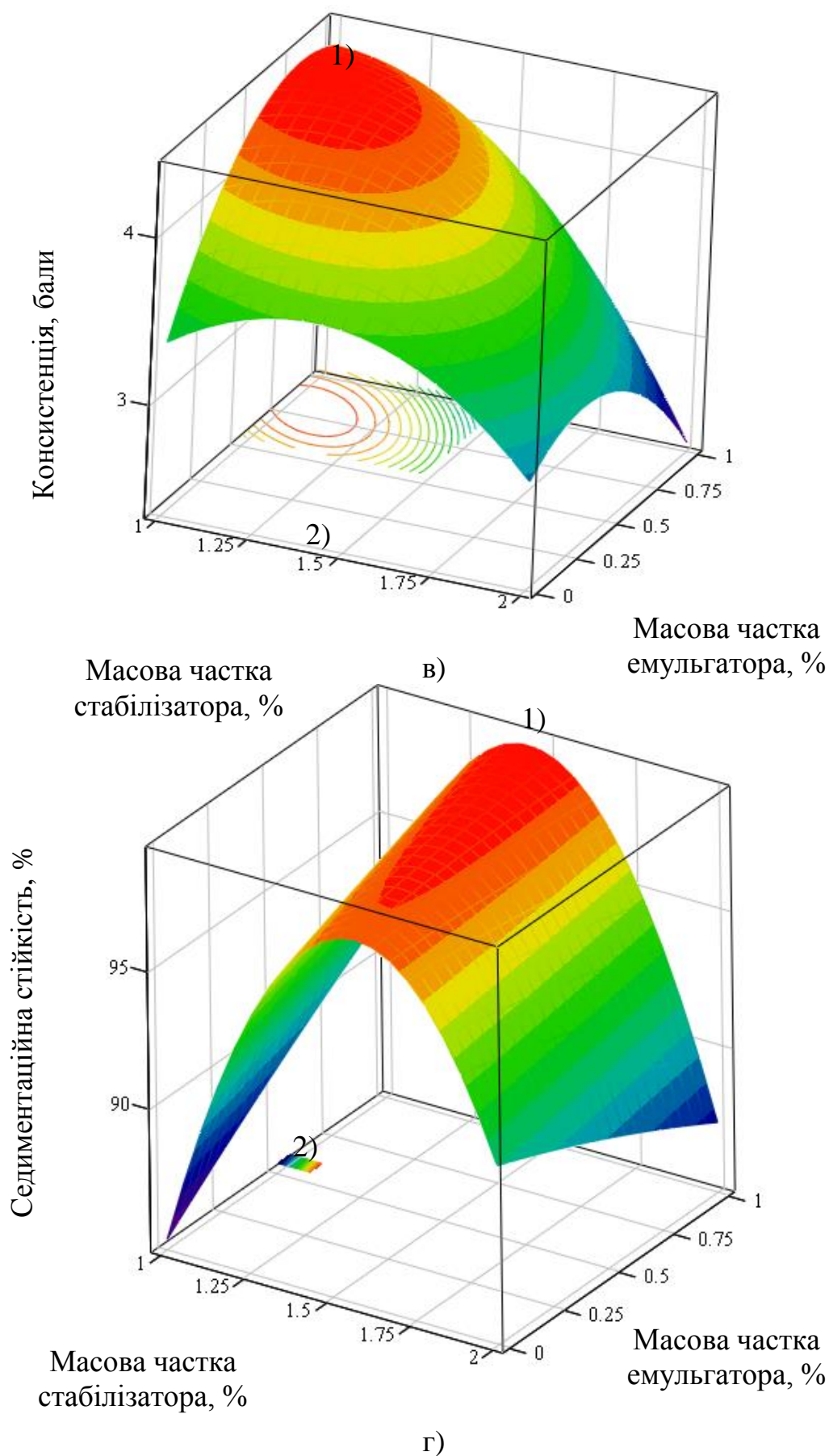


Рис. 6.38. Графічні 3D моделі (а,б,в,г–1) та раціональні діапазони (а,б,в,г–2) впливу незалежних факторів x та y на основні фізико-хімічні та органолептичні показники молочно-жирових емульсій з м.ч.ж. 35 %

Аналіз проведених досліджень показав, що оптимальні показники для Y_1 становлять $10,707 \cdot \text{Па} \cdot \text{с}$; для Y_2 становить 4,7 балів; для Y_3 становить 4,5 балів та Y_4 становить 91,9 % за внесення 1,0 % стабілізатору і 0,5 % емульгатору.

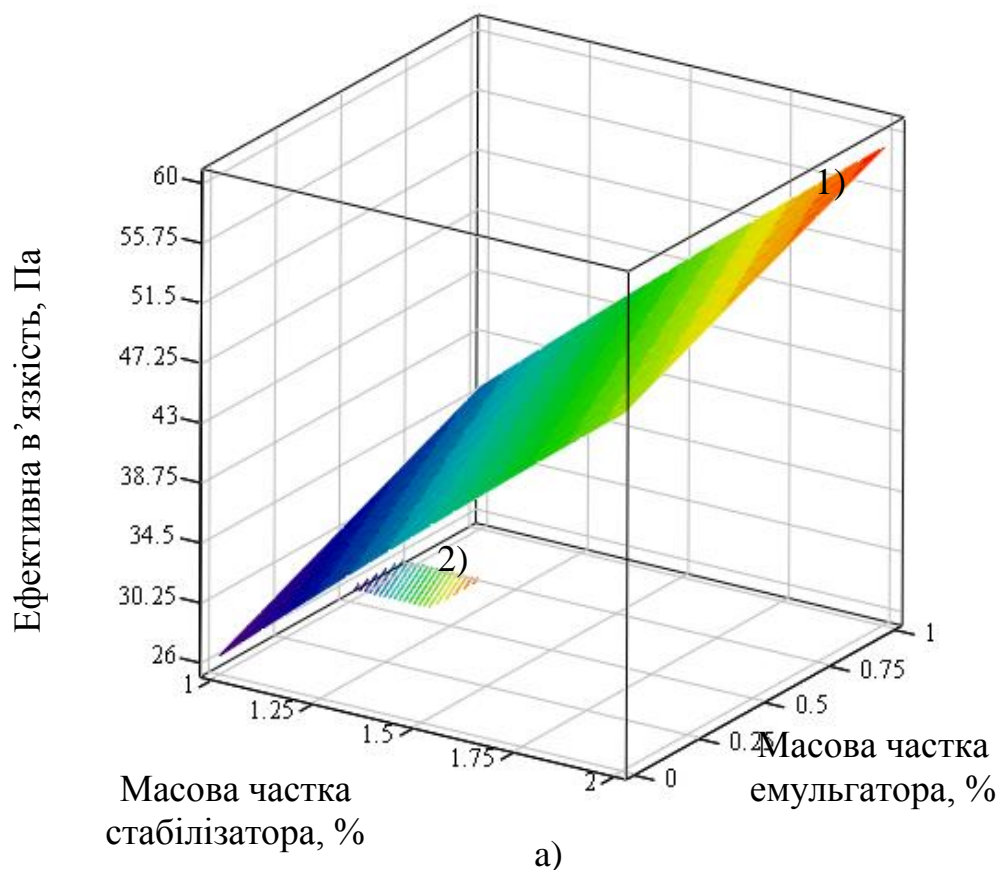
Рівняння, які адекватно описують результат експерименту для м.ч.ж. 40 % мають вигляд:

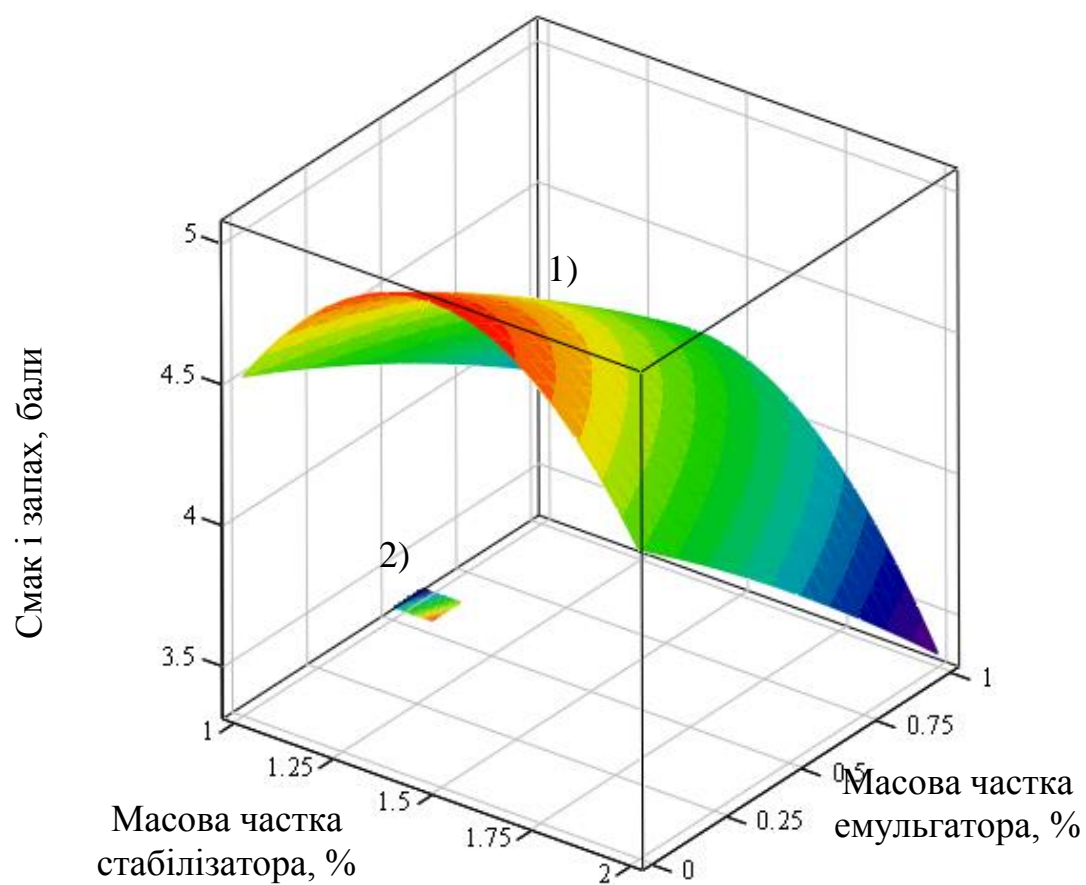
$$Y_1(x, y) := -0.47 - 2.76 \cdot x + 8.3 \cdot x^2 + 4.22 \cdot y + 0.79 \cdot y^2 + 2.13 \cdot x \cdot y$$

$$Y_2(x, y) := 0.14 + 6.46 \cdot x - 2.19 \cdot x^2 - 0.14 \cdot y - 0.09 \cdot y^2 - 0.39 \cdot x \cdot y$$

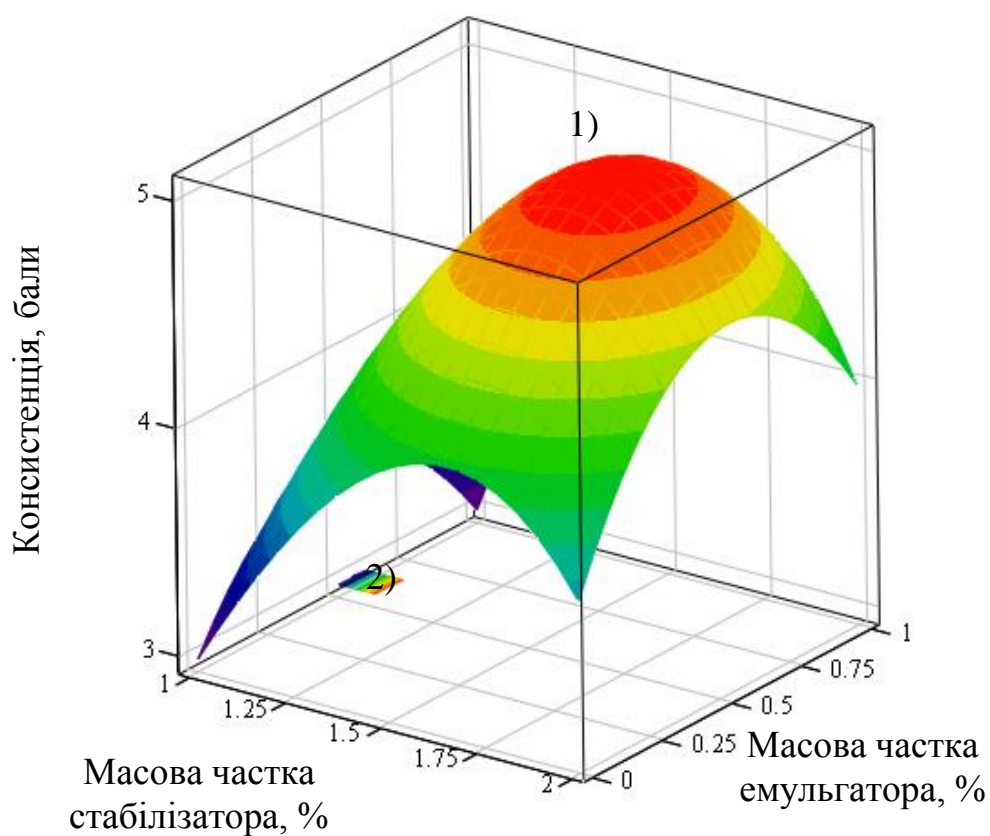
$$Y_3(x, y) := -0.12 + 4.86 \cdot x - 1.47 \cdot x^2 + 1.67 \cdot y - 2.45 \cdot y^2 + 0.67 \cdot x \cdot y$$

$$Y_4(x, y) := 2.22 + 121.36 \cdot x - 38.4 \cdot x^2 + 17.58 \cdot y - 0.81 \cdot y^2 - 10.37 \cdot x \cdot y$$





б)



в)

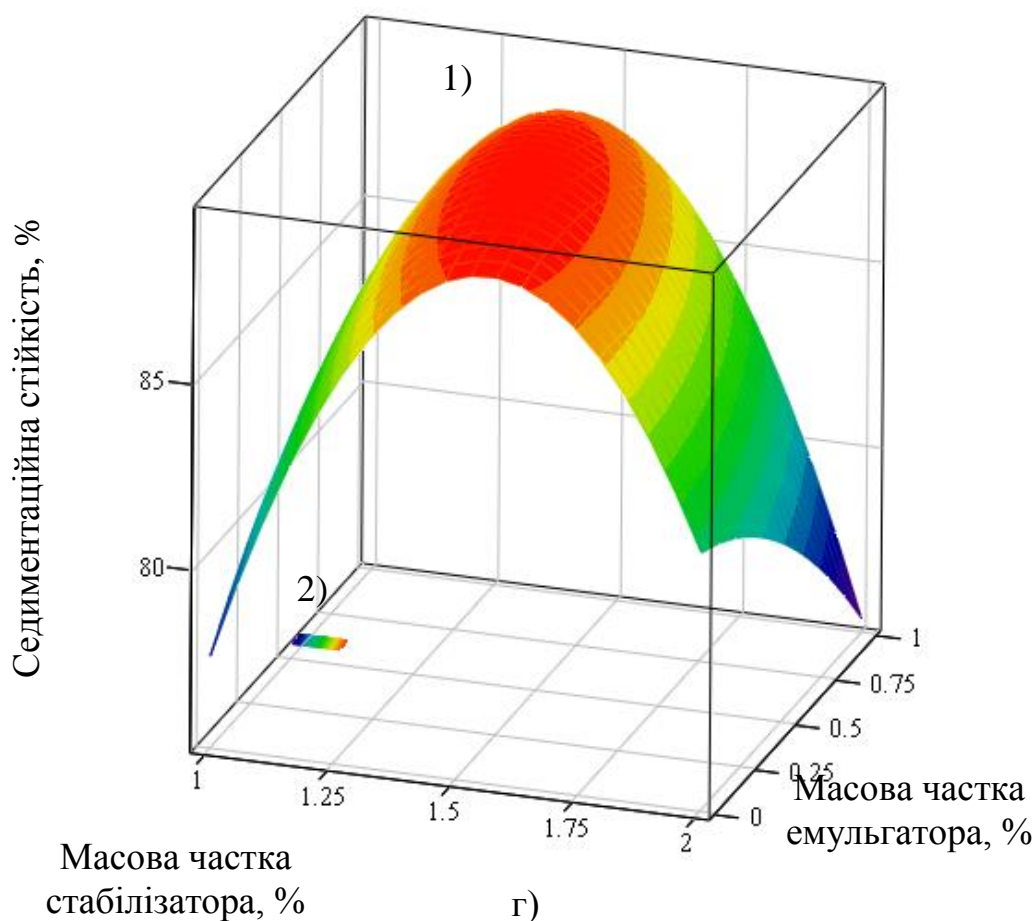


Рис. 6.39. Графічні 3D моделі (а,б,в,г –1) та раціональні діапазони (а,б,в,г –2) впливу незалежних факторів x та y на основні фізико-структурні та органолептичні показники молочно-жирових емульсій з м.ч.ж. 40 %

Аналіз проведених досліджень показав, що оптимальні показники для Y_1 становлять 50,36 Па·с; для Y_2 становить 4,7 балів; для Y_3 становить 5,0 балів та Y_4 становить 82,2 % за внесення 1,0 % стабілізатору і 0,5 % емульгатору.

Рівняння, які адекватно описують результат експерименту для м.ч.ж. 40 % мають вигляд:

$$Y_1(x, y) := 0.07 + 27.47 \cdot x - 1.05 \cdot x^2 + 8.98 \cdot y - 0.05 \cdot y^2 - 2.13 \cdot x \cdot y$$

$$Y_2(x, y) := 0.13 + 6.63 \cdot x - 2.28 \cdot x^2 - 0.11 \cdot y - 0.16 \cdot y^2 - 0.39 \cdot x \cdot y$$

$$Y_3(x, y) := -0.12 + 4.86 \cdot x - 1.47 \cdot x^2 + 1.67 \cdot y - 2.45 \cdot y^2 + 0.67 \cdot x \cdot y$$

$$Y_4(x, y) := 2.7 + 110.09 \cdot x - 35.2 \cdot x^2 + 21.02 \cdot y - 4.6 \cdot y^2 - 11.5 \cdot x \cdot y$$

Результати проведених досліджень дозволили визначити вплив усіх незалежних факторів на формування фізико-структурних та органолептичних показників. Таким чином, отримані дані свідчать, що максимальну бальну оцінку за

органолептичні показники мали дослідні зразки МЖЕ з м.ч.ж. 30 % з використанням стабілізатору від 1 % до 1,5 %, емульгатору – від 0,5 % до 1,0 %; з м.ч.ж. 35 та 40 % – стабілізатору та емульгатору – відповідно у кількостях 1,0 % і 0,5 %.

За результатами досліджень встановлено, що обрані параметри впливають на ефективність молочно-жирової емульсії. Проте на формування структури більше впливають стабілізатори консистенції, ніж емульгатори.

Було встановлено оптимальні залежності між основними компонентами різних молочно-білкових добавок (жир : білок : вуглеводи) у молочно-жирових емульсіях для забезпечення отримання однорідної пластичної консистенції. На їх основі визначено оптимальний склад вершкових паст (м.ч. жиру – 30-40 %; СЗМЗ – 10,3-14,4 %).

Таблиця 6.25 – Склад молочно-жирових емульсій, отриманих з різними молочно-білковими добавками

МБД	Вміст МБД, %	Масова частка, %					Співвідношення основних компонентів Ж:Б:В
		жиру	СЗМЗ				
			всього	білку	вуглеводів	золи	
СЗМ	6,0	30±0,5	12,93±0,65	4,84±0,50	7,77±0,50	0,32±0,15	6,2 : 1,0 : 1,6
	5,0	35±0,5	12,53±0,75	4,77±0,50	7,20±0,50	0,56±0,10	7,3 : 1,0 : 1,5
	4,0	40±0,5	10,98±0,75	4,10±0,45	6,43±0,45	0,45±0,10	9,7 : 1,0 : 1,6
КМБ-УФ	5,0	30±0,5	12,57±0,65	7,21±0,55	4,88±0,30	0,48±0,05	6,1 : 1,5 : 1,0
	4,0	35±0,5	11,45±0,75	6,36±0,50	4,70±0,30	0,39±0,05	7,4 : 1,3 : 1,0
	3,5	40±0,5	10,53±0,70	5,71±0,50	4,48±0,30	0,34±0,05	8,9 : 1,2 : 1,0
КСБ-УФ	5,0	30±0,5	12,27±0,75	6,86±0,50	5,09±0,30	0,32±0,05	5,9 : 1,3 : 1,0
	4,5	35±0,5	11,16±0,70	6,03±0,50	4,87±0,25	0,26±0,05	7,2 : 1,2 : 1,0
	4,0	40±0,5	10,28±0,70	5,44±0,50	4,62±0,20	0,22±0,05	8,7 : 1,2 : 1,0
ДС	7,0	30±0,5	14,36±0,80	3,95±0,30	10,16±0,80	0,25±0,05	7,6 : 1,0 : 2,6
	5,0	35±0,5	13,14±0,75	3,74±0,30	9,18±0,70	0,22±0,05	9,4 : 1,0 : 2,5
	4,5	40±0,5	11,95±0,75	3,54±0,30	8,22±0,70	0,19±0,05	11,3 : 1,0 : 2,3

Як свідчать отримані дані, наведені в табл. 6.25, порівняно підвищений вміст білку і понижений вміст лактози та мінеральних солей отриманих МЖЕ зі залученням КМБ-УФ та КСБ-УФ та СЗМ здатні забезпечити нейтральний смак продукту і є перспективні для використання у технології кисловершкових паст.

Для МЖЕ, отриманої з демінералізованої сироватки (ДМ) характерний підвищений вміст лактози (8,2-10,2 %) та понижений вміст білку 3,5-4,0 %. (табл. 6.26).

Таблиця 6.26 – Фізико-хімічні властивості молочно-жирових емульсій, отриманих з різними молочно-білковими добавками

Показники	МЖЕ з використанням молочно-білкових добавок			
	СЗМ	КМБ-УФ	КСБ-УФ	ДС
М.ч. жиру 30,0 %				
Титрована кислотність, °Т	42±1,5	30,5±0,5	46,0±1,5	30,0±0,5
Активна кислотність, од. рН	5,7±0,1	6,1±0,1	5,3±0,1	5,4±0,1
Ефективна в'язкість за температури 20 °С і швидкості деформації зсуву 48,6 с ⁻¹ , Па·с	1,3	1,8	2,1	1,6
Седиментаційна стійкість, %	86,0±1,0	95,0±1,0	93,0±1,0	92,0±1,0
Термостійкість білків, хв	55 за 99°C	28 за 85°C	75 за 75°C	75 за 75°C
Кількість емульгованого жиру, %	92,0±3,1	45,6±3,1	86,6±2,2	90,6±3,1
М.ч. жиру 35,0 %				
Титрована кислотність, °Т	41,0±1,0	29,5±0,5	44,0±1,5	29,0±0,5
Активна кислотність, од. рН	5,8±0,1	6,2±0,1	5,4±0,1	5,5±0,1
Ефективна в'язкість за температури 20 °С і швидкості деформації зсуву 48,6 с ⁻¹ , Па·с	3,2	3,8	4,9	1,9
Седиментаційна стійкість, %	86,6±0,5	96,0±0,7	94,0±0,5	92,5±0,5
Термостійкість білків, хв	56 за 99°C	29 за 85°C	77 за 75°C	76 за 75°C
Кількість емульгованого жиру, %	92,5±3,1	42,2±3,1	79,0±2,2	88,6±3,1
М.ч. жиру 40,0 %				
Титрована кислотність, °Т	39,0±1,5	28,5±0,5	41,0±1,5	26,0±0,5
Активна кислотність, од. рН	5,9±0,1	6,4±0,1	5,5±0,1	5,6±0,1
Ефективна в'язкість за температури 20 °С і шв-ті деформації зсуву 48,6 с ⁻¹ , Па·с	7,8	4,3	5,1	3,2
Седиментаційна стійкість, %	87,0±0,5	97,0±0,7	97,0±1,0	93,0±0,5
Термостійкість білків, хв	57 за 99°C	30 за 85°C	82 за 75°C	78 за 75°C
Кількість емульгов. жиру, %	90,5±1,1	40,2±1,1	76,8±1,2	86,1±1,7

Встановлено залежність змін фізико-хімічних (в'язкість, вміст емульгованого жиру, седиментаційна стійкість) та органолептичних властивостей (консистенції, смаку) молочно-жирових емульсій заданого вище складу за сумісної дії обраних МБД від попередньо визначених оптимальних доз стабілізатору коллоїдану QNA та емульгатору дімодан U/G у залежності від м.ч.

жиру МЖЕ. Визначено що в рівних дозах найбільшу в'язкість обумовлює КСБ-УФ та КМБ-УФ, дещо меншу – СЗМ, а найменшу – демінералізована сироватка. Найвищу титровану кислотність МЖЕ спостерігали у разі використання КСБ-УФ та СЗМ. При цьому високу термостійкість білкової фази забезпечувало СЗМ, а нижчу – КСБ-УФ та демінералізована сироватка.

Отже, виявлені особливості складу і властивостей МЖЕ, отриманих з різними молочно-білковими добавками, слід враховувати при розробці низькожирних продуктів маслоробства. Зокрема, при термообробці МЖЕ слід враховувати термостійкість їх білкової фази. Слід зазначити, що збільшення м.ч. сухого знежиреного молока відносно встановлених норм призводить до поступового погіршення консистенції за рахунок ущільнення продукту, набуття твердості, появи крупинчатості та втрати еластичності, тоді як зниження вмісту сухого молока – до розрідження продукту та формування сметаноподібної консистенції.

Відмічено, що із збільшенням м.ч. жиру в МЖЕ, особливо із використанням КМБ-УФ, знижується вміст емульгованого жиру.

Очевидно, що порівняно з СЗМ, у МЖЕ з КМБ-УФ, КСБ-УФ, демінералізованою сироваткою вміст емульгованого жиру є нижчим, що сприятиме формуванню стійкої структури. Використання КМБ-УФ та КСБ-УФ для МЖЕ з м.ч. жиру менше 40% забезпечить більший ефект стабілізації структури вершкових паст, ніж за використання СЗМ та демінералізованої сироватки. Із збільшенням масової частки жиру в молочно-жирових емульсіях зростає ефективна в'язкість.

За показником граничного напруження зсуву досліджено міцність структури вершкових паст та порівняно їх з вершковим маслом (м.ч. жиру 72,5 %) за різної температури зберігання (рис. 6.40).

Згідно з отриманими даними, характер кривих вказує на однотипність змін міцності структури вершкових паст і вершкового масла. Однак, зі збільшенням температури продукту з 6 до 20 °С спостерігається різке зниження міцності структури паст порівняно з вершковим маслом. Так, за даних температурних умов у вершковому маслі граничне напруження зсуву знижується з 11,0 до 2,1 кПа, тоді як у вершкових пастах – з 5,04-5,46 до 0,4-0,6 кПа. У температурному діапазоні від 20

°C до 25 °C ця різниця є не значною і продукти характеризуються м'якою, пластичною консистенцією, що добре намазується.

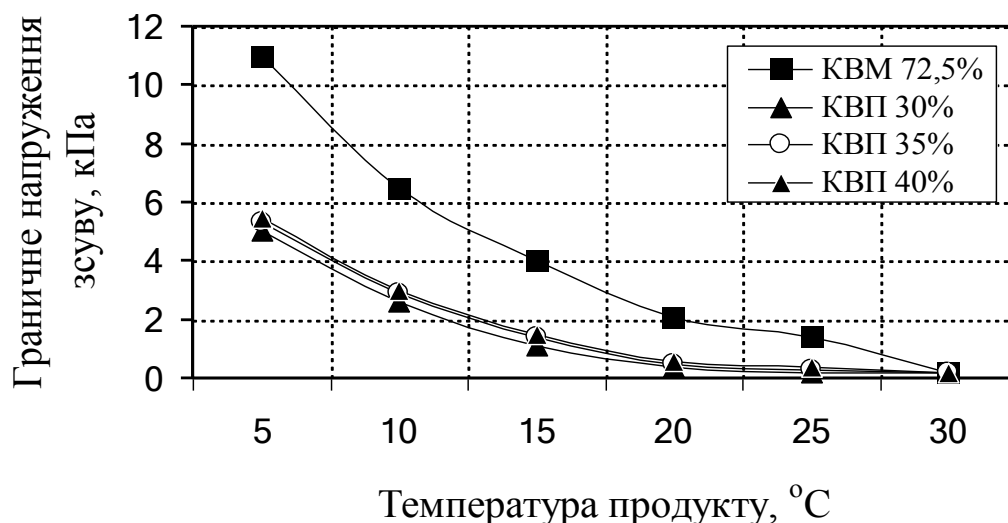


Рис. 6.40. Вплив температури на граничне напруження зсуву паст

Граничне напруження зсуву всіх досліджуваних зразків за температури 30 °C практично не змінювалося і знаходилося на одному рівні, незалежно від складу продукту.

Це вказує на те, що за температури вище 20 °C структура пасти наближається до структури масла. Очевидно, це пов'язано з тим, що в температурному діапазоні 20-30 °C відбувається не тільки перехід частини жиру із кристалічного стану в гелеподібний, але й часткове ослаблення структурних зв'язків, утворених за участі стабілізаторів.

Було також встановлено, що більший вплив на міцність структури має концентрація жиру, аніж вміст стабілізаційної системи.

Отже, на ефективність молочно-жирової емульсії істотно впливають обрані молочно-білкові добавки і стабілізатори структури, причому для формування структури більш дієвими є стабілізатори консистенції, ніж емульгатори.

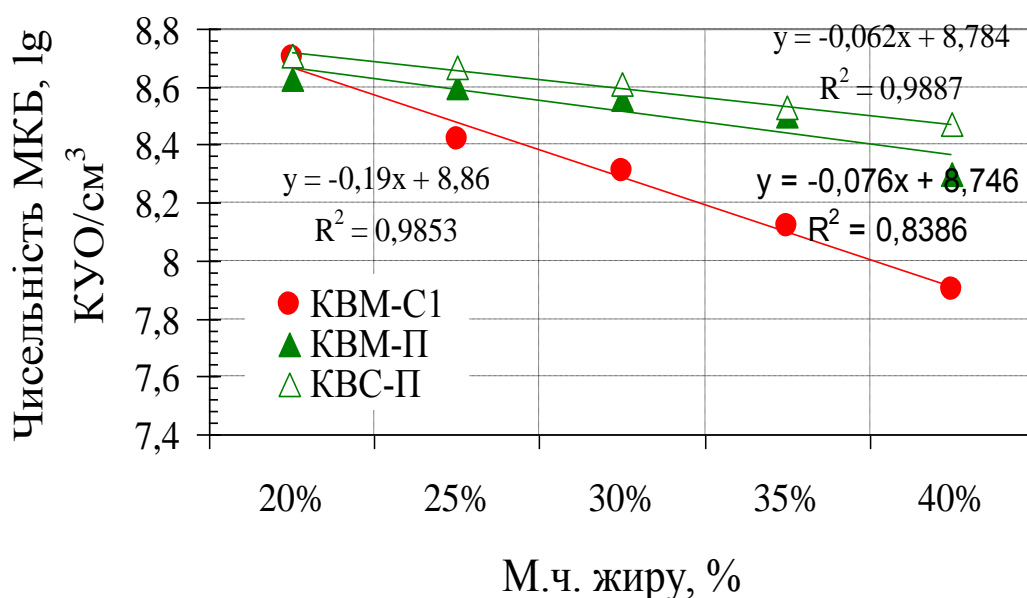
Таким чином, встановлено синергізм спільного використання стабілізатору консистенції колоїдану QNA та емульгатору дімодан U/G на зміну властивостей і структури вершків 30-40 % жирності, оптимізовано їх дози внесення, які дають змогу наблизити властивості вершків до контролю (вершки м.ч. жиру 70 %), для

стабілізації структури вершкових паст. Саме завдяки стабілізаторам структури можна регулювати міцність і пластичність продукту різної залежності в залежності від їх доз внесення.

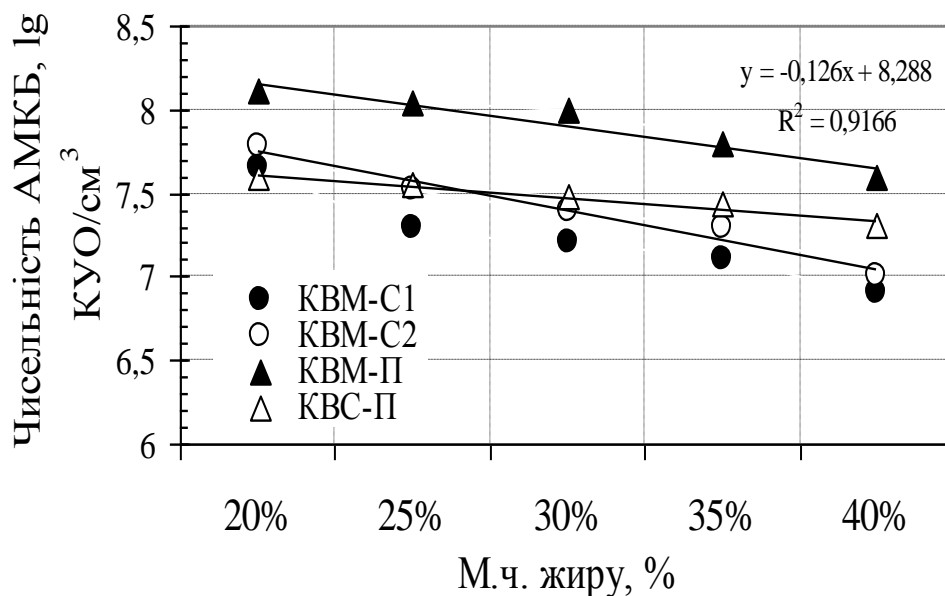
6.4.3. Дослідження закономірностей формування смако-ароматичних властивостей у кисловершкових пастах. Вплив видового складу мікрофлори заквасок, приготованих з розроблених нами бактеріальних бакпрепаратів для виробництва кисловершкового масла та спредів, на формування показників якості молочно-жирових емульсій з масовою часткою жиру від 20,0 % до 40,0 % оцінювали за інтенсивністю смаку та аромату, чисельністю заквашувальної мікрофлори, титрованою кислотністю, вмістом смако-ароматичних речовин та динамічною в'язкістю.

Встановлено, що перебіг мікробіологічних процесів і пов'язані з ними показники росту кислотності, нагромадження летких кислот уповільнюється із збільшенням частки жиру в молочно-жирових емульсіях та тісно корелюють між собою (рис 6.41).

У МЖЕ з м.ч. жиру 20-40 %, що дозрівали з використанням бакпрепаратів «КВМ-П» та «КВС-П», не було виявлено істотних відмінностей у розвитку як загальної кількості мікрофлори, так і ароматоутворювальних лактококів виду *L. diacetilactis*.



а)



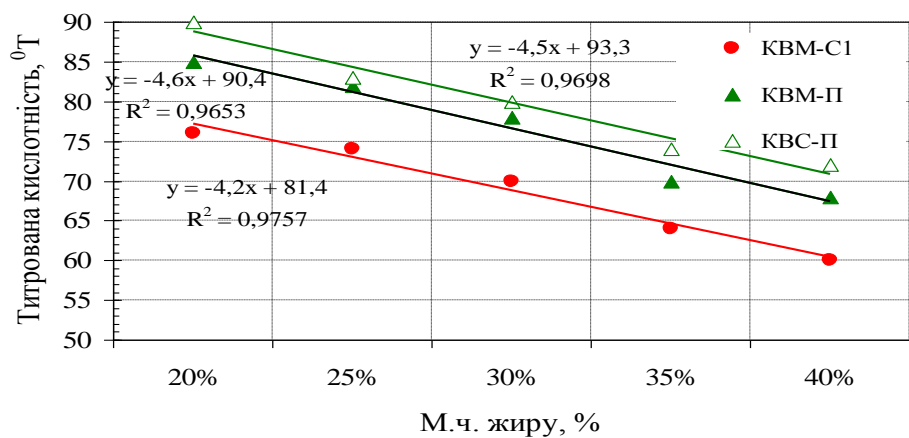
б)

Рис. 6.41. Вплив масової частки жиру молочно-жирових емульсій на загальну чисельність (а) та ароматоутворювальних лактобактерій (б) заквасок

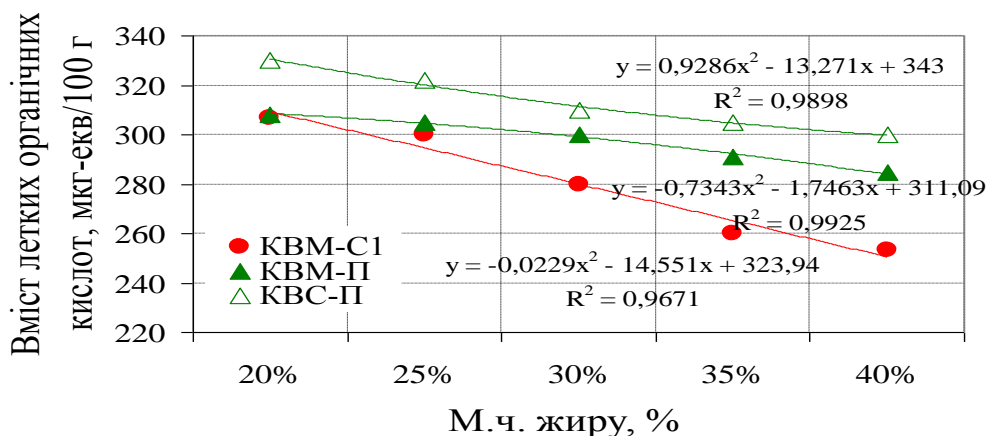
Для мезофільної культури «КВМ-С1» спостерігали стрімкіший спад мікрофлори у молочно-жирових емульсіях із збільшенням м.ч. жиру. При цьому меншу кількість життєздатних клітин відмічено у молочно-жирових емульсіях, ферментованих мезофільною мікрофлорою.

У ферментованих бакпрепаратом «КВМ-С1» молочно-жирових емульсіях зі збільшенням м. ч. жиру з 20 до 40 % загальна чисельність молочнокислих мікроорганізмів спадала на 1,2-0,9 lg КУО/см³. У разі використання бакпрепаратів зі залученням мезофільних і термофільних лактобактерій, їх чисельність знижувалася лише на 0,6 lg КУО/г (281).

Що стосується основних технологічних показників МЖЕ, то отримані дані свідчать, що зі збільшенням м.ч. жиру з 20 % до 40 % титрована кислотність МЖЕ знижується з 76-90 °Т до 60-72 °Т (рис. 6.42а). Вищими значеннями титрованої кислотності характеризувалися МЖЕ з використанням бакпрепаратів «КВМ-П» і «КВС-П», що зумовлено залученням до їх складу термофільних молочнокислих паличок виду *L. bulgaricus*, які характеризуються високою енергією кислотоутворення.



а)



б)

Рис. 6.42. Вплив масової частки жиру та заквасок на кислотність (а) та леткі органічні кислоти (б) у молочно-жирових емульсіях

Натомість, МЖЕ з використанням бактеріальних культури «КВМ – С1», що містять лише мезофільні лактококи, була притаманна нижча кислотність.

Як свідчать отримані дані, вміст смако-ароматичних речовин у молочно-жирових емульсіях також залежав від жирності вершків та видового складу мікрофлори бактеріальних культур.

Так, використання бакпрепаратів з мезофільним складом лактобактерій забезпечувало меншу кількість летких органічних кислот у МЖЕ – від 306 до 143-253 мекв/100 г у залежності від м.ч. жиру, тоді як у разі ферментування МЖЕ полівидовими бакпрепаратами «КВМ-П» та «КВС-П» кількість вказаних сполук коливалася в межах від 308-330 до 285-243 мекв/100 г.

Очевидно, що за ступенем прояву кисломолочного смаку і аромату в пастах заквашувальні культури можуть бути диференційовані для різних технологій.

Таким чином, серією випробувань доведено, що у технології короткотривалого дозрівання кисловершкових паст слід використовувати бакпрепарати «КВМ-П», «КВС-П», оскільки вони надають МЖЕ жирністю 20-40 % кисломолочного смаку, необхідний рівень кислотності і вмісту летких органічних кислот. Ферментування бакпрепаратом з мезофільним складом мікробіоти «КВМ-С1», буде тривалішим.

Дослідні варіанти продуктів виробляли із гомогенізованих МЖЕ за температури $(45 \pm 5) ^\circ\text{C}$ і тиску $150\text{-}200 \text{ кгс/см}^2$ (1,5-2,3 мПа).

Було вироблено пасти із застосуванням короткотривалого біодозрівання МЖЕ за різних способів активізації бакпрепарату «КВС – П».

Блок-схема виробництва кисловершкових паст представлено на рис. 6.43.

Закваски готували з використанням бакпрепарату «КВС – П» на вершках та на знежиреному молоці з розрахунку $0,1 \text{ г/дм}^3$ молочної основи. Кислотність закваски на молоці – $112 ^\circ\text{T}$, на вершках – $68 ^\circ\text{T}$. Щоб встановити раціональну дозу закваски, коротке біодозрівання МЖЕ здійснювали за температури $34 ^\circ\text{C}$ за різних концентрацій закваски на знежиреному молоці (5, 7, 9 %) та закваски на вершках у кількості 10, 12, 15 % до різної кислотності. Окрім того, було перевірено ефективність використання бактеріального препарату прямого внесення у кількості 5, 10, 15 г/т. Після досягнення необхідної кислотності МЖЕ, їх перетворювали в готовий продукт завдяки гомогенізації, який оцінювали після зберігання 1 та 11 діб за температури $5 ^\circ\text{C}$.

Представлені дані табл. 6.27 свідчать про те, що зі збільшенням дози закваски кислотність МЖЕ зростає. При досягненні однакових величин кислотності у МЖЕ за різних внесених доз закваски, у кисловершкових пастах цей показник зростає. Упродовж зберігання кислотність також зростала, але особливо активне зростання зафіксовано у продуктах, вироблених на основі МЖЕ з кислотністю від $50 ^\circ\text{T}$. Аналіз зміни вмісту летких органічних кислот показав відсутність стабільної тенденції для всіх вироблених кисловершкових паст.

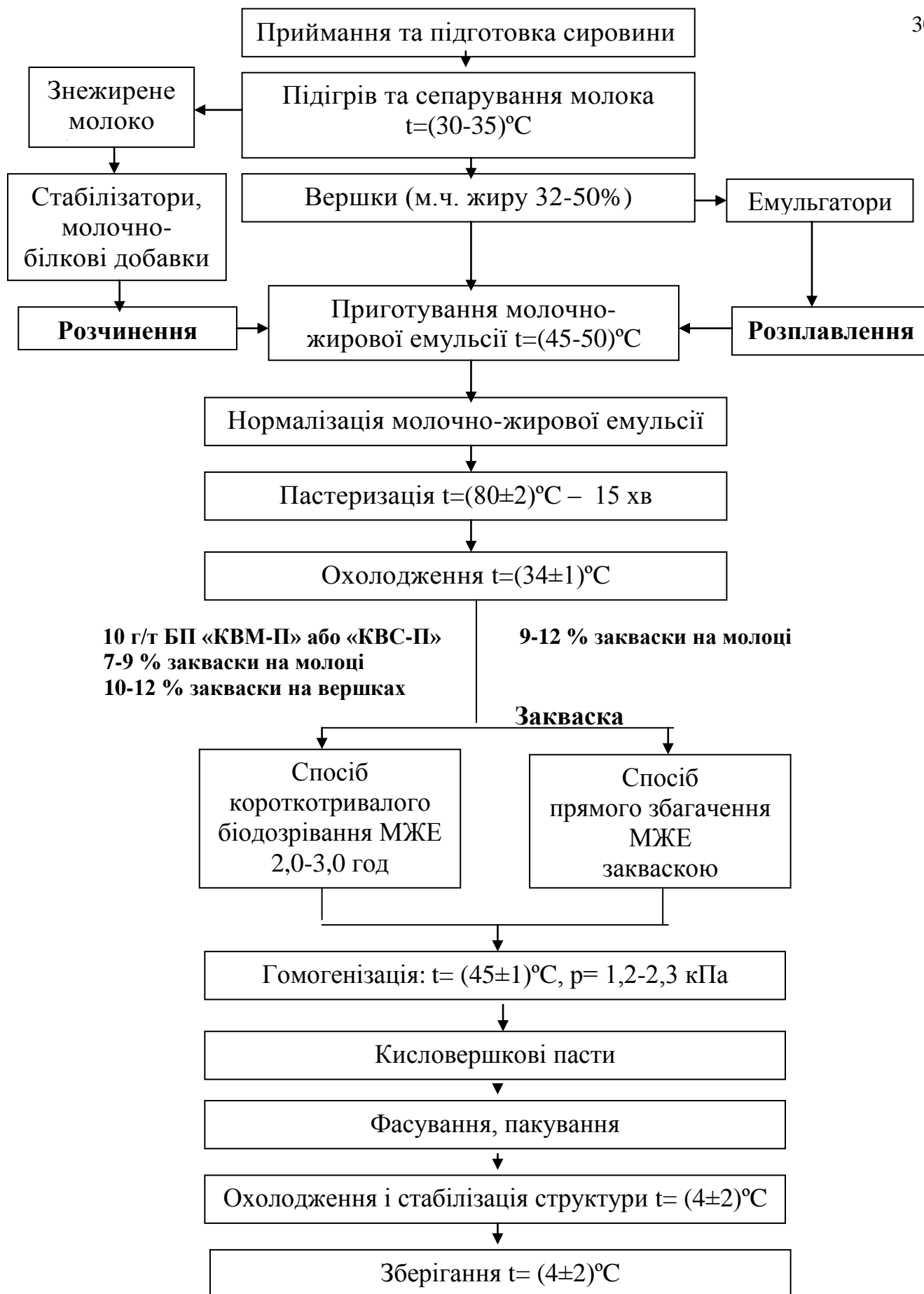


Рис. 6.43. Блок-схема виробництва кисловершкових паст

Таблиця 6.27 – Вплив способу внесення і дози закваски для короткочасного біодозрівання МЖЕ на різних молочних основах на якість кисловершкових паст

Доза закваски	Титрована кислотність МЖЕ, °Т	Тривалість дозрівання МЖЕ, год	Кисловершкові пасты на основі отриманих МЖЕ після зберігання			
			1 доба		11 діб	
			к-ність плазми, °Т	ЛОК, мгекв/100г	к-ність плазми, °Т	ЛОК, мгекв/100г
Закваска на основі знежиреного молока						
5 %	30±0,5	4,0±0,2	36±0,5	23,3±0,7	38±0,5	32,5±0,8
	35±0,5	4,5±0,2	42±0,5	35,0±0,9	46±1,0	41,5±1,2
	50±0,5	6,0±0,2	58±1,0	50,0±1,5	64±1,5	59,5±2,0
7 %	30±0,5	2,5±0,2	37±0,5	22,1±0,6	41±0,5	26,0±0,7
	35±0,5	3,0±0,2	40±0,5	47,5±0,8	45±0,5	55,5±1,1
	40±0,5	3,5±0,2	45±1,0	62,5±2,5	51±1,0	67,5±2,4
	55±0,5	4,5±0,2	68±1,5	70,0±3,0	82±1,5	74,5±2,8
9 %	30±0,5	2,0±0,2	38±0,4	40,0±1,3	55±1,0	43,0±1,0
	40±0,5	3,0±0,2	50±1,0	45,0±1,4	63±1,0	45,0±1,0
	60±0,5	3,5±0,2	70±1,5	67,0±1,4	84±2,0	79,9±1,6
Закваска на основі вершків (м.ч. жиру 20,0 %)						
10 %	35±0,5	3,0±0,2	40±0,5	40,0±1,2	45±0,5	46,0±1,6
12 %	40±0,5	3,5±0,2	44±0,5	46,7±1,1	49±1,0	51,0±1,4
15 %	50±0,5	4,0±0,2	61±1,5	50,3±1,2	72±1,5	55,9±1,0
Бактеріальний препарат						
5 г/т	30±0,5	5,0±0,2	37±0,5	20,0±0,6	40±0,5	36,0±0,9
10 г/т	40±0,5	3,0±0,2	42±0,5	24,5±1,0	46±1,0	38,5±0,8
15 г/т	42±0,5	3,5±0,2	54±1,0	22,5±0,6	61±1,0	40,0±0,8

Кисловершкові пасты з використанням МЖЕ кислотністю вище 50 °Т характеризувалися вираженням кислим смаком, який у готовому продукті прогресував і впродовж 11 діб зберігання був надмірно виражений. Це пов'язано з тим, що кисловершкові пасты є продуктом зі змішаним типом дисперсності та містять велику кількість поживних речовин, зокрема, лактози, яка сприяє швидкому розвитку заквашувальної мікробіоти у порівнянні з кисловершковим маслом, у якому волога диспергована переважно у вигляді дрібних крапель. МЖЕ, ферментовані 5 % закваскою на знежиреному молоці до кислотності 30-35 °Т, не надавали пастам вираженого кисломолочного смаку. Витримування МЖЕ до кислотності 50 °Т погіршувало смакові властивості та подовжувало тривалість

біодозрівання до 6,0 год. Використання 10-12 % закваски на вершках та бакпрепарату з розрахунку 10 г/т подовжувало біодозрівання МЖЕ до 3,0-3,5 год.

Однак, під час органолептичної оцінки виявлено позитивний вплив на смак і аромат молочно-жирових емульсій та кисловершкових паст, отриманих з використанням заквасок, приготованих на вершках. Ймовірно, поясненням цього є збагачення смако-ароматичних речовин, що привносяться з живою фазою, порівняно зі заквасками на знежиреному молоці. Як свідчать отримані дані, вироблені пасту з МЖЕ кислотністю 35-40 °Т, отримані ферментуванням 10-12 % закваскою на вершках характеризувалися в міру вираженим кисломолочним смаком з кислотністю плазми продукту 40-44 °Т. Кількість летких органічних кислот складала 40,0-46,7 мгекв/100 г продукту.

На основі отриманих результатів досліджень, встановлено, що для забезпечення бажаних смакових властивостей та в наступному попередження інтенсивного наростання кислотності продукту впродовж зберігання доцільним є короткотривале біодозрівання (до 2,0-3,0 год) молочно-жирових емульсій до кислотності 30-35 % з використанням 7-9 % закваски, приготованої на знежиреному молоці. Цей спосіб дозволяє прискорити технологічний процес виробництва паст, вносити закваски на різних молочних основах та регулювати інтенсивність кисломолочного смаку цільового продукту.

Було також розглянуто спосіб прямого внесення закваски, приготованої на молоці з м.ч. жиру 2,5 % на стадії формування структури продукту (рис. 6.44).

Визначено, що зі збільшенням внесеної закваски з 9 % до 15 % поступово зростає кислотність кисловершкових паст з 30 до 36 °Т; при цьому вміст летких органічних кислот також збільшується з 27 мгекв/100 г до 38 мгекв/100г.

У такий спосіб не відбувається істотного розвитку заквашувальної мікрофлори, однак смако-ароматичні сполуки закваски позитивно впливають на вираженість смаку і аромату готового продукту.

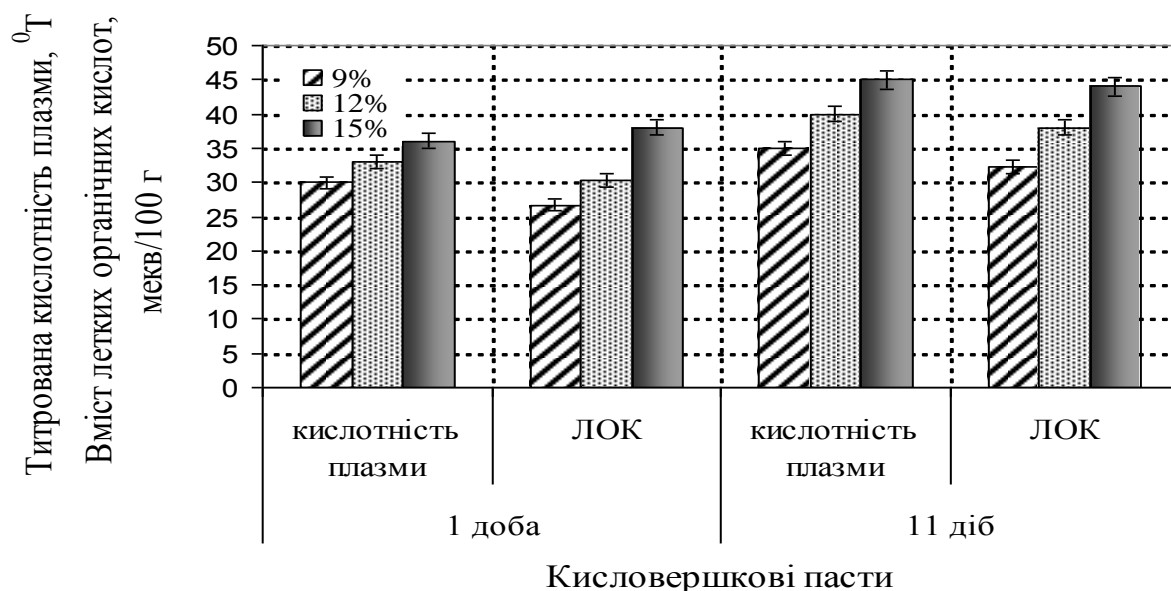


Рис. 6.44. Вплив прямого внесення закваски у МЖЕ на якість кисловершкових паст

Отже, використання заквасок з різним видовим складом мікробіоти при виготовленні продуктів пониженої жирності дозволяє урізноманітнити їх смакову гаму за рахунок накопичення в них продуктів життєдіяльності мікроорганізмів, зокрема, летких органічних сполук, молочної кислоти. Молочною основою для заквасок можуть бути як знежирене та незбиране молоко, так і вершки.

6.4.4. Дослідження впливу бактеріальних культур на мікробіологічні показники молочно-жирових емульсій та кисловершкових паст. Досліджено вплив способу внесення заквашувальної мікрофлори на мікробіологічні показники молочно-жирових емульсій та кисловершкових паст.

Отримані результати мікробіологічних досліджень свідчать, що активний розвиток заквашувальної мікрофлори відбувається у разі використання заквасок, приготованих із бакпрепарату на знежиреному молоці та у разі тривалого біодозрівання МЖЕ (табл. 6.28).

Встановлено, що МЖЕ ферментовані бактеріальним препаратом у кількості 10 г/т впродовж 3,5 год відрізнялися від ферментованих заквасками МЖЕ за інтенсивністю розвитку молочнокислих мікроорганізмів, про що свідчить менший приріст як загальної чисельності лактобактерій, так і кількості ароматоутворювальних мікроорганізмів, відповідно, на 2 та 1 порядки. Цю тенденцію спостерігали також і у готових продуктах.

Водночас було встановлено, що використання закваски на знежиреному молоці активніше сприяє розвитку ароматоутворювальних лактококів у МЖЕ, та, відповідно, більше акумулюється у кінцевих продуктах. Так, якщо у свіжовироблених вершкових пастах їхня частка становила 91-90 % від загальної кількості молочнокислих мікроорганізмів, то у продуктах, вироблених з використанням ферментованих МЖЕ закваскою на вершках і бакпрепаратом прямого внесення їх частка була меншою і складала відповідно до 87-89% та 88-91 %.

Таблиця 6.28 – Вплив способу внесення заквашувальної мікрофлори та короткотривалого дозрівання на мікробіологічні показники МЖЕ та кисловершкових паст

Спосіб внесення заквашу- вальної мікро- флори	Мікробіологічні показники					
	МЖЕ перед перетворенням їх у пасти			кисловершкові пасти		
	МКБ, КУО/г	АМКБ, КУО/г	частка АМКБ від заг. к-ості МКБ,%	МКБ, КУО/г	АМКБ, КУО/г	частка АМКБ від заг. к-ості МКБ,%
Короткочасне біодозрівання						
№1	$(1,8-3,5) \cdot 10^8$	$(7,1-9,8) \cdot 10^7$	95-93	$(3,3-5,0) \cdot 10^8$	$(6,2-6,8) \cdot 10^7$	91-90
№2	$(1,1-2,8) \cdot 10^8$	$(3,2-6,5) \cdot 10^7$	93-92	$(2,1-4,0) \cdot 10^8$	$(1,7-4,5) \cdot 10^7$	87-89
№3	$(5,0-7,5) \cdot 10^6$	$(1,1-3,6) \cdot 10^6$	90-95	$(5,3-8,0) \cdot 10^6$	$(1,0-2,0) \cdot 10^6$	88-91
Пряме внесення						
№1	$(7,6-7,9) \cdot 10^7$	$(3,6-5,6) \cdot 10^7$	96-98	$(7,7-8,2) \cdot 10^7$	$(3,7-5,8) \cdot 10^7$	96-98

Примітка.

Способи внесення заквашувальної мікрофлори для короткотривалого дозрівання:

№1 – закваска, приготована на знежиреному молоці у кількості 7-9 %;

№2 – закваска, приготована на вершках у кількості 10-12 %;

№3 – бактеріальний препарат у кількості з розрахунку 10 г/т

Спосіб внесення заквашувальної мікрофлори у пасти (пряме внесення):

№1 – закваска, приготована на знежиреному молоці у кількості 10-12 %

У разі прямого внесення 10-12 % закваски у МЖЕ на стадії перетворення її у пасти загальна чисельність молочнокислих бактерій становила $(7,6-7,9) \cdot 10^7$ КУО/г. При цьому кількість ароматоутворювальних мікроорганізмів була найвищою і складала 96-98 %.

Слід зауважити, що крім збагачення смаку та аромату продуктів пониженої жирності закваски сприяли пригніченню розвитку технічно-шкідливої мікрофлори,

БГКП про що свідчить менша їх чисельність (на 0,8-1,0 lg КУО/г) у порівнянні з солодковершковими пастами.

На підставі мікробіологічних та органолептичних показників було встановлено тривалість зберігання КВП 11 діб, тоді як солодковершкова паста без консервантів залишалася стабільною до 7 діб. Очевидно, завдяки антимікробній активності заквашувальних культур до сторонньої мікрофлори, сповільнювалося псування продукту. Слід зазначити, що кисловершкові пасти мають меншу придатність до зберігання, оскільки представляють продукт зі змішаним типом дисперсності та містять велику кількість поживних речовин, зокрема, лактози, яка сприяє швидкому розвитку заквашувальної мікрофлори у порівнянні з кисловершковим маслом, де волога диспергована переважно у вигляді дрібних крапель.

Пасти характеризувалися однорідною, пастоподібною консистенцією. Дослідження структурно-механічних показників кисловершкових паст після 1 доби зберігання за температури (4 ± 2) °C показало, що продукти мають показники ефективності в'язкості за швидкості деформації $1,8 \text{ с}^{-1}$ в межах 451,4-519,4 Па·с, твердість – 57,4-63,9 г/см², граничне напруження зсуву – 5,0-5,5 кПа.

Виявлено, що продукти, із збільшенням м.ч. жиру, характеризуються дещо вищими показниками ефективної в'язкості, твердості та граничного напруження зсуву, що обумовлено вищою міцністю структури.

За результатами проведеної роботи розроблено нормативну документацію для промислового виробництва ферментованих молочно-жирових продуктів: кисловершкового масла методом збивання і методом перетворення ВЖВ, кисловершкових спредів і паст, які передбачають застосування розроблених бактеріальних препаратів «КВМ-С1», «КВМ-П» і «КВС-П» – Додаток Г4-Г8. Технологію ферментованих продуктів маслоробства впроваджено на ряд молокопереробних підприємствах. Відповідні акти представлено у додатках Е1-Е5, Є1-Є3. За матеріалами викладених досліджень опубліковано 15 статей у фахових виданнях (280-283, 285-299, 309), 5 тез доповідей (300, 302, 305, 306, 308). Оригінальність технологічних рішень захищено 4 патентами – додаток Ж1, Ж2, Ж4.

6.5. Економічна ефективність та соціальна значимість наукової розробки.

Розрахунок середнього економічного ефекту від застосування розроблених бакпрепаратів у виробництві ферментованих молочно-жирових продуктів порівнювали з витратами у разі використання імпорتنих аналогів, призначених для їх виробництва. Розрахунок економічної ефективності продукту проведений за цінами станом на грудень 2018 року.

У табл. наведено розрахунок вартості сировини, що використовується для виробництва 1 т ферментованих продуктів маслоробства, зокрема кисловершкового масла, кисловершкових спредів та кисловершкових паст з використанням розроблених нами та імпорتنих бакпрепаратів.

За підсумковою вартістю сировини і основних матеріалів вища розрахункова вартість ферментованих продуктів з використанням бакпрепаратів імпортного виробництва пов'язана з вищою вартістю самих бакпрепаратів табл. 6.29.

Таблиця 6.29 – Витрати на сировину та основні матеріали для виробництва ферментованих продуктів маслоробства з розробленими бакпрепаратами у порівнянні з витратами при роботі з імпортними бакпрепаратами

Види сировини та основних матеріалів	Одиниця виміру	Норма витрат на 1 т	Вартість за одиницю, грн	Всього витрат на 1 т продукції з бакпрепаратом, грн	
				розробленим	імпортним
1	2	3	4	5	6
Кисловершкове масло методом збивання					
Розхід молока базисної жирності 3,4 %	т	24,41	17000	414970	414970
Бакпрепарат «КВМ-С1»	порція	1	120	120	-
Бакпрепарат («Chr. Hansen»)	порція	1	280	-	280
Всього, грн				415090	415250
Кисловершкове масло методом перетворення ВЖВ					
Розхід молока базисної жирності 3,4 %	т	24,41	17000	414970	414970
Бакпрепарат «КВМ-П»	порція	1	50	50	-
Бакпрепарат («Chr. Hansen»)	порція	1	300	-	300
Молоко для приготування закваски	т	0,05	17000	850	850
Додаткові витрати на приготування закваски				400	400
Всього:				416270	416520

Кисловершкові спреди зі співвідношенням ЗМЖ:МЖ 50:50					
Розхід молока базисної жирності 3,4 %	т	10,71	17000	182070	182070
Сухе знежирене молоко	т	0,006	35000	210	210
Замінник молочного жиру «Sania 200»	т	0,5	29000	14500	14500
Бакпрепарат «КВС-П»	порція	1	96	96	-
Бакпрепарат («Chr. Hansen»)	порція	1	350	-	350
Молоко для приготування закваски	т	0,08	17000	1360	1360
Додаткові витрати на приготування закваски				400	400
Всього:				198636	198890
Кисловершкові спреди зі співвідношенням ЗМЖ:МЖ 75:25					
Розхід молока базисної жирності 3,4 %	т	5,35	17000	90950	90950
Замінник молочного жиру «Sania 200»	т	0,75	29000	21750	21750
Сухе знежирене молоко	т	0,004	35000	140	140
Бакпрепарат «КВС-П»	порція	1	96	96	-
Бакпрепарат («Chr. Hansen»)	порція	1	350	-	350
Молоко для приготування закваски	т	0,08	17000	1360	1360
Додаткові витрати на приготування закваски				400	400
Всього:				114696	114950
Кисловершкові пасти					
Розхід молока базисної жирності 3,4 %	т	9,29	17000	157930	157930
Сухе знежирене молоко	т	0,027	35000	945	945
Крохмал	т	0,015	15000	225	225
Стабілізатор	т	0,01	75000	750	750
Емульгатор	т	0,005	26000	130	130
Знежирене молоко	т	0,018	7500	135	135
Бакпрепарат «КВС-П»	порція	1	144	144	-
Бакпрепарат («Chr. Hansen»)	порція	1	280	-	280
Молоко для приготування закваски	т	0,12	17000	2040	2040
Додаткові витрати на приготування закваски				400	400
Всього:				162699	162835

При розрахунках виробничої собівартості враховано прямі і допоміжні витрати на виробництво продукції, які складаються з витрат сировини і матеріалів, транспортно-заготівельних розходів на їх постачання, витрати на утримання та експлуатацію обладнання і виробничих площ, заробітна плата робочих і спеціалістів, загальнозаводські та інші витрати (табл.).

Таблиця 6.30 – Виробнича собівартість ферментованих молочно-жирових продуктів маслоробства

Статті витрат	Кисловершкове масло		Кисловершкові спреди із 3МЖ:МЖ		Кисловершкові пасти
	методом збивання	методом перетворення ВЖВ	50:50	75:25	
Сировина та основні матеріали з розробленим БП	415090	416270	198636	114696	162699
Сировина та основні матеріали з імпортом БП	415250	416520	198890	114950	162835
Транспортні витрати	2928,7	2928,7	2928,7	2928,7	2928,7
Упаковка	1930,5	1930,5	1930,5	1930,5	2316,6
Паливно-енергетичні	10898	10261	10261	10261	10598
Зарплата з відрахуваннями	2263,1	2263,1	2263,1	2263,1	2263,1
Умовно-постійні витрати	15296	15296	15296	15296	15296
Витрати на утримання та експлуатацію	12835	12835	12835	12835	12835
Виробнича собівартість з розробленим БП	461241,3	461784,3	244150,3	160210,3	208213,3
Виробнича собівартість з імпортом БП	461401,3	462034,3	244404,3	160464,3	208349,3
Економічний ефект, грн./т продукції	160	250	254	254	136

Перевагою використання розроблених бакпрепаратів над імпортними культурами є збільшення додаткового прибутку на 160-254 грн на 1 т продукції порівняно з використанням для виробництва цільових продуктів бакпрепаратів «Chr. Hansen» (Данія).

Результати розрахунків також показали, що при виробництві кисловершкових спредів затрати на сировину та матеріали у порівнянні з кисловершковим маслом знизилися на 47,7 % та 72,4 %, для кисловершкових паст – на 60,9 %. Питомий розхід молока-сировини базисної жирності на одиницю продукції при зниженні м.ч.

жиру з 73 % до 30 % зменшився на 15,1 т/т, що є істотним. В умовах гострого дефіциту сировини це дозволяє збільшити об'єм маслоробної продукції із того же об'єму молока, що поступає на підприємства та залученням для її виробництва ресурсів власної сировини (маслянки та знежиреного молока), а також молочно-білкових добавок.

Прибутки від реалізації продукції визначали за формулою 6.1

$$П = (C_n \times P) / 100\%, \quad (6.1)$$

де Р – рентабельність (для молочної промисловості Р=20 %)

$$П_1 = 461241,3 \cdot 20 / 100 = 92248,26 \text{ грн};$$

$$П_2 = 461784,3 \cdot 20 / 100 = 92356,86 \text{ грн};$$

$$П_3 = 244150,3 \cdot 20 / 100 = 48830,06 \text{ грн};$$

$$П_4 = 160210,3 \cdot 20 / 100 = 32042,06 \text{ грн};$$

$$П_5 = 208213,3 \cdot 20 / 100 = 41642,66 \text{ грн};$$

Розрахунок оптової ціни 1 т продукту визначали за формулою 6.2.

$$Ц_o = C_n + П \quad (6.2)$$

$$Ц_{o1} = 461241,3 + 92248,26 = 492280,56 \text{ грн};$$

$$Ц_{o2} = 461784,3 + 92356,86 = 492280,56 \text{ грн};$$

$$Ц_{o3} = 244150,3 + 48830,06 = 292626,36 \text{ грн};$$

$$Ц_{o4} = 160210,3 + 32042,06 = 192134,76 \text{ грн};$$

$$Ц_{o5} = 208213,3 + 41642,66 = 250207,68 \text{ грн};$$

У результаті проведених обчислень були отримані основні показники економічної ефективності ферментованих молочних продуктів маслоробства (табл. 6.).

Таблиця 6.31 – Основні показники економічної ефективності

Продукція	Очікуваний прибуток, грн	Ціна продукції, грн/т
Кисловершкове масло методом збивання	92248,26	553489,56
Кисловершкове масло методом перетворення ВЖВ	92356,86	554141,16
Кисловершкові спреди МЖ:ЗМЖ 50:50	48830,06	292980,36
Кисловершкові спреди МЖ:ЗМЖ 25:75	32042,06	192252,36
Кисловершкові пасти	41642,66	249855,96

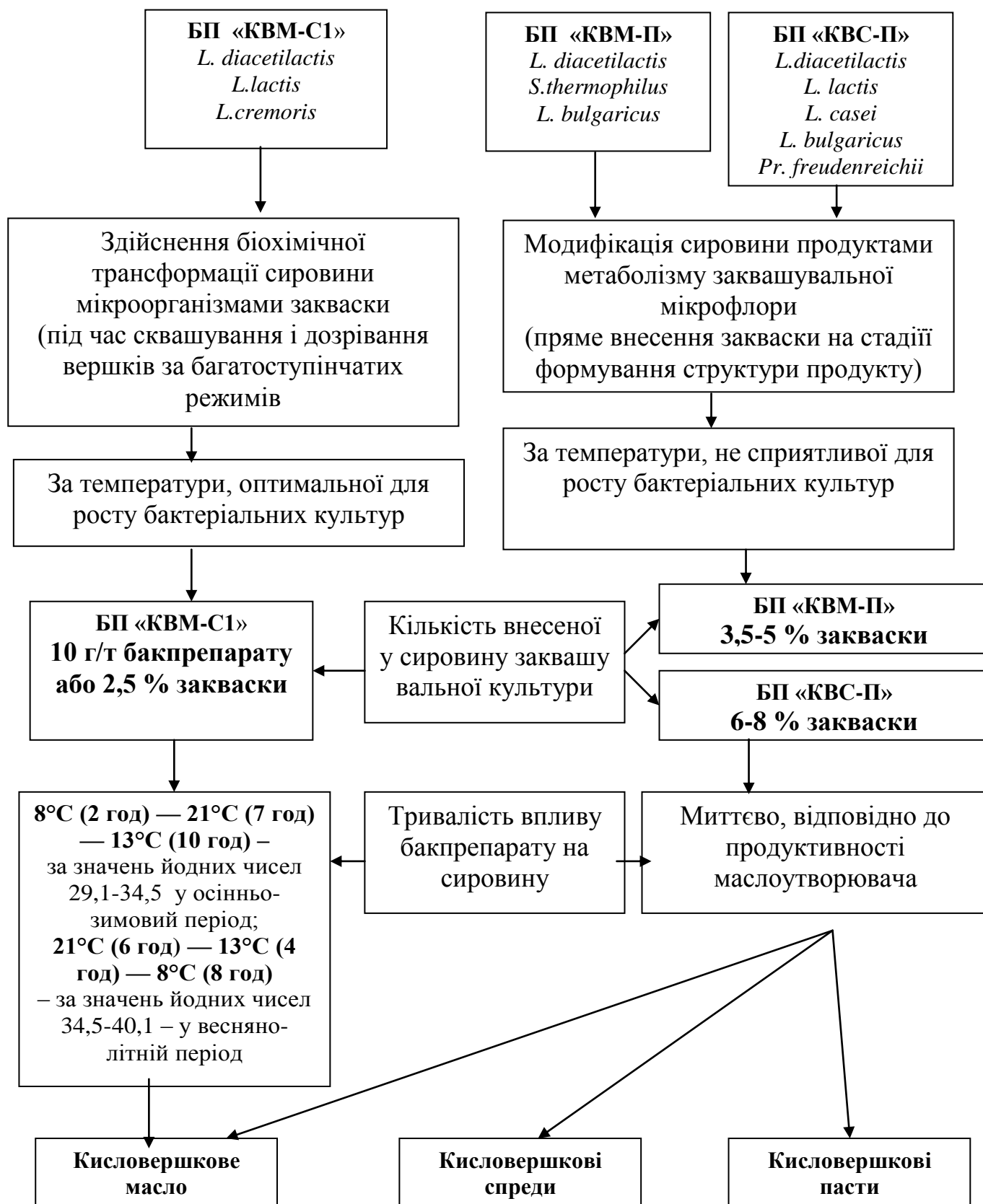


Рис. 6.45. Особливості застосування розроблених бактеріальних препаратів у технологіях продуктів маслоробної галузі

За результатами розрахунків найбільш прибутковим є виробництво кисловершкового масла. Прибуток від реалізації 1 т кисловершкового масла є вищим на 47-65 % від кисловершкових спредів і на 55 % від кисловершкових паст. Це пов'язано з його найвищою ціною реалізації.

За однакової торгової націнки, роздрібна ціна нових продуктів пониженої жирності, кисловершкових паст, буде нижчою ціни кисловершкового масла, що зробить ці продукти не тільки привабливими за своїм складом і властивостями, але і доступними для широкого кола споживачів, включаючи малозабезпечене населення. Окрім того, при забезпеченні гарантії якості кисловершкови спреди та пасти маслоробства з відносно низькою собівартістю можуть конкурувати на ринку жирних продуктів.

Отже, розроблені біотехнології бактеріальних препаратів та ферментовані продукти маслоробства з їх використанням (рис. 6.45) є економічно ефективними та мають соціальну значимість, а отже, можуть успішно впроваджуватися на багатьох молочних підприємствах, які мають базове обладнання для виробництва вершкового масла методом перетворення ВЖВ.

Таким чином, встановлення основних механізмів управління процесами перетворення молочно-жирової сировини (температура, доза і способи активізації заквашувальної культури, тривалість та специфіка технологічних етапів) у ферментовані продукти відкриває широкі перспективи щодо створення нових технологій даного виду продуктів як шляхом залучення до вже розроблених бакпрепаратів «КВМ-С1», «КВМ-П», «КВС-П» інших штамів чи видів молочно- та пропіоновокислих мікроорганізмів, так і комбінування складу самої молочно-жирової основи, що дозволяє вважати представлені дослідження новим науковим напрямом, практичним результатом якого є нові види якісних і безпечних ферментованих продуктів маслоробства.

Висновки до розділу 6

1. Встановлено придатність бакпрепарату «КВМ-С1» до ферментування вершків за літнього та зимового ступінчастих температурних режимів за технологією виробництва КВМ методом збивання підтверджується поступовим сквашуванням вершків до необхідної кислотності з одночасним досягненням вмісту твердої фази молочного жиру 38,7-40,1 %, що є достатнім для отримання масла хорошої консистенції. Досліджено зміни ефективної в'язкості вершків впродовж дозрівання при застосуванні підібраних температурних режимів та підтверджено позитивний вплив молочнокислих бактерій на зниження даного показника. Досліджено процес кристалізації зразків молочного жиру за обраних температурних режимів та виявлено основні закономірності перебігу даного процесу.

2. Доведено, що основним фактором регулювання ароматоутворення та якості кисловершкового масла, виготовленого методом збивання, є кислотність сквашених вершків. Встановлено залежність фізико-хімічних і смако-ароматичних властивостей готового продукту від інтенсивності сквашування вершків бактеріальним препаратом «КВМ-С1». Показано, що високі показники якості кисловершкового масла досягаються за умови визрівання вершків до кислотності не менше 60 °Т. Сквашування вершків до кислотності 70 °Т рекомендовано для виробництва масла, призначеного для швидкої реалізації.

3. Встановлено вплив бакпрепарату «КВМ-П» на показники якості кисловершкового масла. Рекомендовано проводити ароматизацію кисловершкового масла на стадії формування структури закваскою у кількості 3,5-5 %, яка збагачує продукт діацетилом у 1,6-1,8 рази та леткими органічними кислотами у 1,3-1,7 рази порівняно з солодко вершковим маслом. Нагромадження смако-ароматичних сполук залежить від кількості внесеної закваски та обумовлено кислотністю плазми продукту.

4. Науково обґрунтовано вибір високоякісного замінника молочного жиру «Sania» для виробництва кисловершкових спредів, що відповідає сучасним принципам здорового харчування за жирнокислотним складом, вмістом транс-ізомерів та фізико-хімічними властивостями. Встановлено, що за вмістом твердої

фази за температур плавлення до 45 °С композиції ЗМЖ «Sania» з молочним жиром у співвідношеннях 50:50 і 25:75 наближені до натурального молочного жиру, що гарантує отримання продукту з консистенцією, подібною до вершкового масла.

5. Встановлено, що введення на стадії формування структури продукту закваски кислотністю 100-115 °Т, приготованої з бакпрепарату «КВС-П», у кількості 6-8% для виробництва спредів із заміною молочного жиру на 50 % та 8 % для спредів з заміною молочного жиру на 75 % ЗМЖ забезпечує отримання кисловершкового спреда з вираженим смаком та ароматом. Саме за цих доз закваски у рівній мірі в продуктах проявляється ефект смако-ароматичними речовинами та виражена кислотність жирової фази і плазми, що є прямим підтвердженням ролі закваски у ароматизації КВС

6. Встановлено, що структурно-механічні показники спредів, вироблених з обраним заміником молочного жиру, були прийнятними для даного виду продуктів та характеризувались середніми значеннями твердості, достатньою термостійкістю і добрим утримуванням рідкого жиру в продукті.

7. Визначено залежності змін фізико-хімічних та органолептичних характеристик молочно-жирових емульсій різної жирності (м.ч. жиру 30, 35, 40 %) від доз використаних стабілізаторів структури, дано оцінку їх потенційної здатності до перетворення у продукт. Доведено необхідність використання в складі емульсій як стабілізаторів консистенції, так і емульгаторів та визначено раціональні дози, що забезпечують перетворення молочно-жирових емульсій прямого типу «жир у воді» у пастоподібні продукти. Отримано рівняння регресії для визначення впливу стабілізуючих систем на фізико-хімічні та органолептичні показники молочно-жирових емульсій відносно їх масової частки жиру.

8. Встановлено оптимальні співвідношення між основними компонентами (жир : білок : вуглеводи) для молочно-жирових емульсій з використанням сухих молочно-білкових добавок (СЗМ, МБД-УФ, МСД-УФ), які забезпечують отримання однорідної пастоподібної консистенції продукту. На їх основі встановлено оптимальний склад вершкових паст (м.ч. жиру – 30-40 %; СЗМЗ – 10,3-14,4 %).

9. Опрацьовано спосіб короткотривалого біодозрівання молочно-жирових емульсій за температури $(34 \pm 1)^\circ\text{C}$ до кислотності не більше $35\text{--}40^\circ\text{T}$, а саме: 2,0-3,0 год з використанням 7-9 % закваски на основі «КВС-П», приготованої на знежиреному молоці та 3,0-3,5 год з 10-12 % закваски на вершках 20 % жирності і бакпрепарату з розрахунку 10 г/т. Цей спосіб дозволяє прискорити технологічний процес виробництва паст, вносити закваски на різних молочних основах та регулювати інтенсивність кисломолочного смаку цільового продукту. Для прямого збагачення МЖЕ для виробництва кисловершкових паст слід використовувати закваску у кількості 9-12 %.

10. Вивчено закономірності функціонування заквашувальної мікрофлори, а також пов'язані з нею фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні показники під час зберігання ферментованих продуктів маслоробства за різних температурних режимів: кисловершкового масла, кисловершкових спредів та кисловершкових паст.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі за результатами аналітичних та експериментальних досліджень розроблено теоретичні та практичні основи біотехнології ферментованих продуктів маслоробства, спрямовані на здійснення біомодифікації жирових систем молочного та комбінованого складу лакто- і пропіоновокислими бактеріями і їх композиціями з вираженою кислото- та ароматоутворювальною активністю. Отримані дані дозволили зробити наступні висновки.

1. Відібрано із некомерційних ферментованих продуктів (сметани, вершків, кисловершкового масла) та задепоновано у Депозитарії ІМВ НАН України 12 перспективних для маслоробства біологічно активних штамів молочно- і пропіоновокислих бактерій, здатних до розвитку і функціонування у молочно-жирових середовищах та високою антагоністичною активністю щодо умовно-патогенних та патогенних бактерій, особливо до родини *Enterobacteriaceae*. На основі цих штамів створено 3 заквашувальні композиції для застосування у біотехнологіях ферментованих продуктів маслоробства: «КВМ-С1» (*L. lactis* B-7325, *L. cremoris* B-7328, *L. diacetilactis* B-7329) – для кисловершкового масла методом збивання, «КВМ-П» (*L. diacetilactis* B-7451 і B-7452, *S. thermophilus* B-7450, *Lb. bulgaricus* B-7453) – для кисловершкового масла методом перетворення ВЖВ, «КВС-П» (*L. diacetilactis* B-7822 і B-7823, *L. lactis* B-7326, *L. casei* B-7825, *L. bulgaricus* B-7453, *Pr. freudenreichii* B-7826) – для кисловершкових спредів.

2. Встановлено, що для виробництва кисловершкового масла методом сквашування вершків придатною та адаптованою до температурних умов дозрівання вершків є композиція мезофільних молочнокислих бактерій, а для його виробництва методом перетворення ВЖВ до заквашувальної композиції обов'язковим є залучення термофільних лактобактерій з високою енергією кислотоутворення для забезпечення необхідного рівня кислотності плазми та збагачення продукту вищим вмістом смако-ароматичних речовин діацетилу, летких органічних кислот, лактонів, альдегідів та ефірів).

3. Розроблено рецептури поживних середовищ для нагромадження біомаси та опрацьовано технологічні етапи виробництва бактеріальних препаратів, які

забезпечують високий рівень нагромадження біомаси – не менше $7,4 \cdot 10^{10}$ клітин в 1 г сухого препарату: спосіб підготовки інокуляту, співвідношення між штамами в композиції, оптимальна температура та тривалість культивування для спільного нарощування мезо- і термофільних культур, склад захисного середовища для мінімізації впливу ліофілізації на життєздатність мікрофлори бактеріальних препаратів. Встановлено режими зберігання та термін придатності до використання бакпрепаратів: за температури від 0 до 6 °C – 6 міс; за температури мінус 18 °C – 1 рік.

4. Встановлено способи активізації бактеріальних препаратів для виробництва ферментованих молочно-жирових продуктів. Доведено, що при виробництві кисловершкового масла та спредів методом перетворення ВЖВ найефективнішою є закваска, отримана сквашуванням знежиреного молока бакпрепаратом з розрахунку 0,1 г/ дм³. Визначено, що для виробництва масла методом збивання доцільним є використання 10 г/т бакпрепарату «КВМ-С1» або 2,5 % закваски з його використанням; для проведення ароматизації кисловершкового масла на стадії формування структури продукту – 3,5-5 % закваски з бакпрепарату «КВМ-П». Проведення ароматизації кисловершкових спредів на стадії формування структури, вироблених методом перетворення жирових сумішей із співвідношенням молочного жиру і заміником молочного жиру 50:50 та 75:25, потребує використання відповідно 6-8 % та 8 % закваски.

5. Для виробництва кисловершкового масла методом збивання підібрано трьохступінчасті режими дозрівання вершків відповідно до сезонної специфіки хімічного складу молочного жиру: для сировини весняно-літнього періоду – 21°C (6 год) – 13°C (4 год) – 8°C (8-14 год), а для осіннього зимового періоду – 8°C (2 год) – 21°C (7 год) – 13°C (10-14 год). Встановлено, що індивідуальні режими низькотемпературної обробки підготовки вершків забезпечують життєдіяльність заквашувальної лактофлори, дозволяють отримати вершки перед збиванням майже з однаковими показниками ефективної в'язкості (27,3-26,0 Па·с) та вмісту твердої фази (38,7-40,1 %). Встановлено, що високі показники якості готового продукту забезпечує визрівання вершків до кислотності плазми 60 °Т.

6. Встановлено закономірності формування смакових якостей кисловершкового масла і спредів, вироблених методом перетворення ВЖВ, які обумовлені вмістом смако-ароматичних речовин та кислотністю плазми і залежать від дози закваски, її кислото- та ароматоутворювальної активностей.

7. Доведено, що інтенсивність смаку і запаху кисловершкових паст за прямого збагачення МЖЕ залежить від дози внесеної закваски. Встановлено, що короткотривале ферментування МЖЕ до кислотності 35-40 °Т бактеріальними препаратами «КВМ-П», «КВС-П» гарантує отримання якісного та безпечного продукту зі стабільними властивостями упродовж 11 діб зберігання за температури (4 ± 2) °С. Обґрунтовано дози і способи використання бактеріальних препаратів для виробництва кисловершкових паст: 10 г/т бакпрепаратів «КВМ-П» і «КВМ-П», 7-9% закваски на молоці, 10-12 % закваски на вершках (м.ч. жиру 15-20 %) – для короткотривалого біодозрівання молочно-жирових емульсій; 9-12 % закваски на знежиреному молоці – для прямого збагачення молочно-жирових емульсій.

8. Встановлено закономірності розвитку мікрофлори бактеріальних препаратів у залежності від їх дози, способів активізації, складу ферментованої молочно-жирової системи та технології виробництва продукту. Доведено, що визначальними факторами у біотехнології ферментованих продуктів маслоробства є: кислотність плазми і жирової фази, перекисне число, кількісний і якісний склад смако-ароматичних компонентів. Показано, що за запропонованими показниками кисловершкове масло відповідає високоякісним комерційним імпортованим продуктам.

9. Обґрунтовано використання замітника молочного жиру «Sania» для виробництва спредів. Встановлено, що за вмістом твердої фази за температур плавлення до 45 °С та затвердіння за 0 °С композиції ЗМЖ «Sania» з молочним жиром у співвідношеннях 50:50 і 25:75 наближені до натурального молочного жиру, що гарантує отримання продукту з консистенцією, наближеною до вершкового масла. На підставі математичного опрацювання результатів досліджень визначено оптимальні дози стабілізатору і емульгатору для забезпечення необхідних фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних показників кисловершкових паст з масовою часткою жиру 30-40 %.

10. Проведено промислову апробацію розроблених біотехнологій бакпрепаратів на Державному дослідному підприємстві ППР НААН, а технології ферментованих продуктів маслоробства з їх використанням – на маслоробних підприємствах України. Розроблено та затверджено нормативні документи на виробництво бакпрепаратів прямого внесення та ферментованих продуктів маслоробства: традиційного кисловершкового масла і нових для України продуктів – кисловершкових спредів і кисловершкових паст. Якість бактеріальних препаратів та ферментованих продуктів маслоробства з їх використанням підтверджено актами виготовлення. Середній економічний ефект від реалізації 1 т ферментованих продуктів становить від 160 до 254 грн/т.

Список використаної літератури

1. Aryana, K.; Olson, D. A 100-Year Review: Yogurt and Other Cultured Dairy Products. *J. Dairy Sci.* **2017**, *100*(12), pp 9987–10013. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12981>
2. Jung, J.; Lee, H.; Chun, B.; Jeon, C. Effects of Temperature on Bacterial Communities and Metabolites during Fermentation of Myeolchi-Aekjeot, a Traditional Korean Fermented Anchovy Sauce. *PLoS ONE*, **2016** *11*(3), e0151351. <http://doi:10.1371/journal.pone.0151351>.
3. Tamime, A.; Skriver, A.; Nilsson, L. *Starter Cultures, In: Tamime AY (Ed) Fermented Milks*. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK, **2006**, pp 11-52. <http://doi:10.1111-j.1471-0307.2007.00321.x>.
4. Ali, A. Beneficial Role of Lactic Acid Bacteria in Food Preservation and Human Health: A review. *Res J Microbiol.* **2010**, *5*(12), pp 1213–1221.
5. Gemechu, T. Review on Lactic Acid Bacteria in Function in Milk Fermentation and Resevation, *Afr. J. Food Sci.* **2015**, *94*(2), pp 170-175.
6. Державна фіскальна служба України. Офіційний сайт [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sfs.gov.ua/>.
7. Державний комітет статистики України. Офіційний сайт [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ukrstat.org/>.
8. Держспоживстандарт України, 2005, ДСТУ 4399:2005 *Масло вершкове*. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України.
9. Рабинович, Л.М. Использование Современных Технологий Модификации Жиров с Целью Получения Биологически Полноценных Жировых Продуктов, Россия, *ВНИИЖ* **2002**, *2*, с 29–30.
10. Рудаков, О.Б.; Полянский, К.К.; Беляев, Д.С.; Востроилов, С.А. Микроколоночная Хроматография Триглицеридов Молочного Жира. *Масла и Жиры* **2006**, *9*, с 12.
11. Вишемирский, Ф.А. Масло из «Вершков». *Сыроделие и Маслоделие* **2006**, *1*, с 25-28.
12. Alkalin, S.; Gönc, S.; Ünal, G. Functional Properties of Bioactive Components of Milk Fat in Metabolism. *Pak. J. Nutr.* **2006**, *5*(3), pp 194–197.

13. Dvořák, L.; Lužová, T.; Šustová, K. Comparison of Butter Quality Parameters Available on the Czech Market With the Use of FT NIR Technology. *Mljekarstvo* **2016**, 66(1), pp 73-80.
14. Jensen, R.G. Invited Review: The Composition of Bowine Milk Lipids: January 1995 to December 2000. *J. Dairy Sci.* **2002**, 85, pp 295–350.
15. Цісарик, О.Й.; Дроник, Г.В. Жирнокислотний Склад Молочного Жиру Корів. *Біологія тварин* **2008**, 10(1–2), с 84–102.
16. German, J.B.; Dillard, C.J. Composition, Structure and Absorption of Milk Lipids: A Source of Energy, Fat-Soluble Nutrients and Bioactive Molecules. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* **2006**, 46, pp 57-92.
17. Nunes, J.C.; Torres, A.G.: Fatty Acid and CLA Composition of Brazilian Dairy Products and Contribution to Daily Intake of CLA. *J. Food Compos. Anal.* **2010**, 23, pp 782–789.
18. Chen, S.; Bobe, G.; Zimmerman, S.; Hammond EG Physical And Sensory Properties of Dairy Products from Cows with Various Milk Fatty Acid Compositions. *J. Agric. Food Chem.* **2004**, 52, pp 3422–3428.
19. Jones, E. L.; Shingfield, K. J.; Kohen, C. Chemical, Physical and Sensory Properties of Dairy Products Enriched with Conjugated Linoleic Acid. *J. Dairy Sci.* **2005**, 88, pp. 2923–2937.
20. Fedotova, Y.; Lencki, R. The effect Of Phospholipids on Butter Physical and Sensory Properties. *J. of Amer. Oil Chem. Society* **2010**, 87, pp 75–82.
21. Мусій, Л.Я.; Цісарик, О.Й.; Голубець, О.М.; Шкаруба, С.М. Смако-Ароматичні Речовини у Кисловершковому Маслі, Залежно від Складу Заквашувальної Композиції і Умов Культивування. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2014**, 16(4), №2 (59), с 103–112.
22. Mallia, S.; Escher, F.; Schlichtherle-Cerny, H. Aroma-active Compounds of Butter: a review. *Eur. Food Res. Technol.* **2008**, 226, pp 315–325.
23. Rattanakaikunsopon, P.; Phumkhachorn, P. Lactic Acid Bacteria: Their Anti-Microbial Compounds their Uses in Food Production. *Ann Biol Res.* **2010**, 1(4), pp 218–228.

24. Lanciotti, R.; Patrignani, F.; Bagnolini, F.; Guerzoni M.E.; and Gardini, F. Evaluation of Diacetyl Antimicrobial Activity Against *Escherichia Coli*, *Listeria Monocytogenes* and *Staphylococcus Aureus*. *Food Microbiol.* **2003**, 20(5), pp 537–543.
25. James, M.J.; Antimicrobial Properties of Diacetyl. *Appl. Environ. Microbiol.* **1982** , 44(30), pp 525–532.
26. Вышемирский, Ф.А. Комбинированное Масло: Место в Современной Иерархии Жировых Продуктов. *Сыроделье и маслоделие* **2002**, 3, с 32–35.
27. Вышемирский, Ф.А.; Дунаев, А.В.; Караваева, Е.Ю.; Вышемирская К.В. Аспекты Производства Спредов в России. *Масла и Жиры* **2008**, 6, с 24.
28. Кулакова, С.Н.; Гаппаров, М.М. Контроль и Перспективы Снижения Уровня Трансизомеров в Продуктах Питания. В *Перспективы Развития Масложировой, Маслодельной и Сыродельной Промышленности*, Материалы V Научно-практической Конференции. Москва, Россия, Ред.; Издательский комплекс МГУПП. **2007**, с 94–96.
29. Арутюнян, Н.С. *Технология Переработки Жиров*. Пищепромиздат: Москва, 1998, с 452.
30. Самойлов, А.В.; Кочеткова, А.А.; Севериненко, С.М.; Кунц, Б. Разработка спредов Функционального Назначения, Содержащих Стабилизированные Синбиотики. Сборник Материалов Научного Семинара Стипендиатов Программы «Михаил Ломоносов» Москва, Россия, 2018; Германская служба академических обменов (ДААД), Москва, Россия, 2008; с 185–187.
31. Кочеткова, А.А.; Ипатова, Л.Г.; Самойлов, А.В.; Севериненко, С.М. Нетрадиционное Использование Синбиотических Комплексов, В «*Масложировой Комплекс России*». Материалы Пятой Международной Конференции, Москва, Россия, Июнь 2-4, 2008; Ред.; Международная Промышленная Академия: Пищепромиздат, 2008; с 126–131.
32. Дорожкина, Т.П.; Шубина О.Г. Новые Виды Функциональных Спредов. *Масла и Жиры* **2008**, 6, с 6.

33. Дроздов, А.Н.; Калмаєнович, С.А.; Ильинова, С.А. Сливочно-Растительные Спреды Повышенной Пищевой Ценности, *Известия вузов. Пищевая Технология* **2006**, 2-3, с 43.
34. Дунаев, А.В. Перспективы Развития Производства Спредов. *Сыроделие и Маслоделие* **2008**, 2, с 48.
35. Родак, О.Я.; Філь, М.І. Сучасні напрямки поліпшення харчової та біологічної цінності спредів. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2011**, 16(4), с 263–267.
36. Родак, О.Я. Дослідження Поживних Властивостей Спредів Підвищеної Біологічної Цінності. В *Обладнання та Технології Харчових Виробництв*, Зб. науц. праць, Донецьк, Україна, Донецький національний університет економіки і торгівлі імені М.Туган-Барановського, 2011; с 446–351.
37. Хейзинга, Х.; Ван Иммерсел, А.Р.; Пилан, Э.Г. (УНИЛЕВЕР Н.В.). Пищевой Спред с Непрерывной Жировой Фазой на Основе В/М-Эмульсии и Способ Производства Пищевого Спреда на Основе В/М-Эмульсии. Патент РФ 2303360, Июль 27, 2007.
38. Скрыбина, Н.М.; Нечаев, А.П. Научно Обоснованные Методы Разработки Рецептур Жировых Продуктов. *Масложировая Промышленность* 2006, 5, с 28–29.
39. Илларионова, В.В.; Вербицкая, Е.А.; Рыков, Д.В. Перспективные направления создания масложировых продуктов нового. В *Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство*, Сб. материалов Международной научно-технической конференции, Воронеж, Россия, ноябрь 9-10, 2017; Чергов Е.Д., Ред.; Воронежский ГУИТ, 2017; с 206.
40. Покровский, Н.В.; Батурина, Н.А. Использование Спредов в Питании. В *Инновационные Технологии в Пищевой Промышленности: Наука, Образование и Производство*, Сб. Материалов Международной Научно-Технической Конференции, Воронеж, Россия, ноябрь 9-10, 2017; Чергов Е.Д., Ред.; Воронежский ГУИТ, 2017; с 141–143.

41. Bhattacharyya, S.; Maiti, A. Bread Spreads Prepared From Vegetable Oil Blends Having Balanced Fatty Acid Profile. *Int. J. Eng. Res. Sci. Technol.* **2013**, 5(3), pp 1731-1733.
42. Лисицын, А.Н.; Григорьева, В.Н.; Алымова, Т.Б.; Журавлева, Л.Н. Окислительная Декструкция Растительных Масел под Воздействием Високих Температур. *Масложировая Промышленность* **2007**, 4, с 10–13.
43. Вышемирский, Ф. А.; Дунаев, А. В.; Караваева, Е. Ю. Ассортимент Спредов Десертного и Закусочного Назначения. В *Современные Аспекты Молочного Дела в России*. Сб. Материалов Научно-Практической Конф. Вологда Россия, Ноябрь 22–23, 2007; с 52–53.
44. Загарія Г.М. Якість Спредів при Використанні Антиоксидантів. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2014**, 16(4), с 15–21.
45. Ивашина, О.А.; Тарлюн, М.А. Использование Инулина в Технологии Производства Спреда Функционального Назначения. *Инновационный Конвент КУЗБАСС: Образование, Наука, Инновации* **2013**, с 151–154.
46. Jie, Y.; Lanxin, M.; Lin, P.; Caiqing, Y.; Dongyan R.; Xiaona A.; Tsedensodnom T.; Heping Z.; and Wenjun, L. Bacterial Microbiota and Metabolic Character of Traditional Sour Cream and Butter in Buryatia, Russia *Frontiers in microbiology*. Oct 22, 2018, 9. <http://doi:10.3389/fmicb.2018.02496>.
47. Мусій Л.Я.; Цісарик, О.Й. Дослідження Мікробіологічних Показників Кисловершкового Масла при Зберіганні. В *Перспективи Розвитку М'ясної, Молочної та Олієжирової Галузей у Контексті Євроінтеграції*, Програма та Матеріали Четвертої Міжнародної Науково-Практичної Конференції. Київ, Україна, березня 24-25, 2015; Українець А.І. Ред.; НУХТ, 2015; с 93-94.
48. Мусій, Л.Я.; Цісарик, О.Й.; Чоп, Р.В. Вплив Складу Заквашувальної Композиції на Мікробіологічні Показники Кисловершкового Масла при Зберіганні. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2013**, 15(3), с 103–109.

49. Tsisaryk O.; Musij, L.; Golubets O. The Fatty Composition of Butter and Cultured Butter with *Lactobacillus Acidophilus* Added to Starter. *J. Dairy Sci.* **2012**, 95(2), p 277.
50. Musij L.; Tsisaryk O.; Slyvka, I.; Mykhaylytska, O.; Gutyj B.; Study of Keeping Probiotic Properties of Cultured Butter in Storage. *Food Science and Technology.* **2017**, 2(27), p 27–33. doi:10.21303/2504-5695.2017.00318.
51. Karaca, Y.; Gün, İ.; Can S.; Banu G.-S. Zeynep., Production and Quality of Kefir Cultured Butter. *Mljekarstvo* **2018**, 68(1), pp 64-72.
doi: 10.15567/mljekarstvo.2018.0108.
52. Yilmaz-Ersan, L. Fatty Acid Composition of Cream. *Mljekarstvo* **2013**, 63 (3), pp 132-139.
53. Ekinici, F.Y.; Okur, O.D.; Ertekin, B.; Guzel-Seydim, Z. Effects of Probiotic Bacteria and Oils on Fatty Acid Profiles of Cultured Cream. *European Journal of Lipid Science and Technology* **2008**, 110, pp 216-224.
54. Tsisaryk O. Musij, L.; Golubets, O.; Shkaruba S. The Fatty Acid Composition of Cultured Butter with Probiotic *Lactobacillus Acidophilus* La-5 Produced in Winter. *J. Dairy. Sci.* **2014**, 97(2), pp 505. doi:10.1002/ejlt.200700038.
55. Domagala, J.; Sady, M.; Najgebauer-Lejko, D.; Czernicka, M.; Wieteska, I. The Content of Conjugated Linoleic Acid (CLA) in Cream Fermented Using Different Starter Cultures. *Biotechnology in Animal Husbandry* **2009**, 25, pp 745-751.
56. Терещук, Л.В.; Савельев, И.Д. Обоснование Технологических Параметров Производства Сливочно-Растительных Спредов с Использованием Дезодорированного Рапсового Масла. *Техника и Технология Пищевых Производств* **2010**, 4, с 5.
57. Самойлов, А.В.; Кочеткова, А.А.; Кунц Б. Повышение Стабильности Пробиотических Микроорганизмов в Эмульсионных Жировых Продуктах При Прохождении Через Естественные Барьеры Организма Человека. *Масложировая Промышленность* **2012**, 1, с 26–28.
58. Самойлов, А.В.; Ипатова, Л.Г.; Кочеткова, А.А.; Севериненко, С.М. (ГОУВПО «Московский Государственный Университет Пищевых Производств»). Способ Получения Спреда. Патент РФ 2364089, Авг. 20, 2009.

59. Морина, Э.В.; Нечаев, А.П. Новое Поколение Эмульсионных Жировых Продуктов. В *Инновационные Технологии и Оборудование для Пищевой Промышленности (Приоритеты Развития)*. Материалы III Межд. Научн-Техн. Конференции. Воронеж, Россия, Сент 22-24, 2009; Чертов Е.Д., Антипов С.Т., Ред.; Воронежская ГТА, 2009; с. 112.
60. Charteris, W.P.; Kelly, P.M.; Morelli, L.; Collins, J.K. Edible Table (Bio)spread Containing Potentially Probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* Species, *Int. J. Of Dairy Technol.* **2002**, 1, pp 44–56.
61. Мусій, Л.Я.; Цісарик, О.Й. Оксидантна Стабільність Кисловершкового Масла при Зберіганні. *Харчова Технологія та Промисловість*. **2014**, 4(29), с 41–47.
62. Цісарик, О. Й. Оксидантна Стабільність Масла, Виготовленого із Молока Корів при Згодовуванні їм Насіння Ріпаку. *Вісник Донецького Національного Університету Економіки і Торгівлі імені Михайла Туган-Барановського*. **2009**, 1(41), с 206–211.
63. Правдивый, А. Органолептические Свойства Молока и Молочных Продуктов. *Молочное Дело* **2009**, 9, с 8–10.
64. Гринене, Э.К. Технологические Аспекты по Повышению Качества Сливочного Масла на Основе Изучения его Вкусовых и Ароматических Свойств: Дисертация докт. техн. наук., МТИММП, Москва, 1984.
65. Вышемирский, Ф.А.; Кустова, Т.П.; Панов, В.П. Спектр Вкусоароматических Веществ Сладкосливочного Масла. *Сыроделие и Маслоделие*, **2008**, 4, с 40–42.
66. Demirkola, A.; Guneserb, O.; Yonca, K. Volatile Compounds, Chemical and Sensory Properties of Butters Sold in Çanakkale. *Journal of Agricultural Sciences* **2016**, 22, pp 99–108.
67. Smid, E.J.; Kleerebezem, M. Production of Aroma Compounds in Lactic Fermentations. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* **2014**, pp. 5313–326.
68. Olivia, M.; Kieran, K.; Ewelina, S. Symposium Review: Genomic Investigations of Flavor Formation by Dairy Microbiota *J. Dairy Sci.* **2012**, pp 909-922. doi:10.3168/jds.2018-15385.

69. Жукова, Я. Ф.; Король, Ц.О.; Петрищенко С.С. Визначення Інтенсивності Кисломолочного Аромату у Ферментованих Вершках. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2014**, 16(4), с 54-64.
70. Zhukova, Y. F.; Korol, O.V.; Yeresko, G.A. Technological Regime Influence on Aromatic Substances Accumulation in Cream. *Book of Abstracts of Seminar "Food, Glorious Food – the Authenticity of Our Food Supply"*. 2011, Wageningen (Netherlands): RIKILT, pp 29.
71. Macciola, V.; Candela, G.; De Leonardis, A. Rapid Gas-Chromatographic Method for the Determination of Diacetyl in Milk, Fermented Milk And Butter. *Food Control* **2008**, 19, pp 873–878.
72. Quintans, N.G.; Blancato, V.; Repizo, G.; Magni, C.; López, P. Citrate Metabolism and Aroma Compound Production in Lactic Acid Bacteria. *Mol. Aspects Lactic Acid Bacteria Tradit. New Appl.* **2008**, pp 65–88.
73. Seefeldt, K.E.; Weimer, B.C. Diversity of Sulfur Compounds Production in Lactic Acid Bacteria. *J. Dairy Sci.* **2000**, 83(13), pp 2740–2746.
74. Вышемирский, Ф. А. Масло из Коровьего Молока и Комбинированное; Гиорд: Санкт-Петербург, 2004; с 716.
75. Peterson, D.; Reineccius, G. Characterization of the Volatile Compounds that Constitute Fresh Sweet Cream Butter Aroma. *Flavour and Fragrance.* **2003**, 3(3) pp 215–220.
76. Жукова, Я.; Петрищенко, С.; Олінійченко О. Критерії Інтенсивності Аромату. *Товари і ринки* **2015**, 2, с 64–73.
77. Gajjar, H.; Shridhar, J.; Hasmukh, M. Probiotic Assessment of Fermented Milk Product Buttermilk Made from Different Milk Samples with Special Reference to Lactic Acid Bacteria. *Horizons of Holistic Education* **2015**, 22, pp 149–158.
78. Longo, M.A.; Sanroman, M.A. Production of Food Aroma Compounds: Microbial and Enzymatic Methodologies. *Food Technol. Biotechnol.* **2006**, 44(3), pp 335-353.

79. Gokcea, R.; Akdoganb, A.; Divriklibb, U.; Elcib L. Simultaneous Determination of Diacetyl And Acetoin in Traditional Turkish Butter Stored in Sheep's Rumen (Karinyagi). *Grasas y aceites* **2014**, 65 (1). doi:10.3989/gya.074113.
80. Day, E.A.; Lindsay, R.C.; Forss, D.A. Dimethyl Sulfide and the Flavor of Butter. *J Dairy Sci.* **1964**, 47, pp 197–199.
81. Couvreur, S.; Hurtaud, C.; Lopez, C.; Delaby, L.; Peyraud, J.L. The Linear Relationship Between the Proportion of Fresh Grass in the Cow Diet, Milk Fatty Composition and Butter Properties. *J Dairy Sci.* **2006**, 89(6), pp 1956–1969.
82. Банникова, Л.А. Селекция Молочнокислых Бактерий и их Применение в Молочной Промышленности; Пищевая Промышленность: Москва, 1975. с 255.
83. Люткевичус, А.В. Интенсификация Биохимической Подготовки Сливок к Сбиванию при Производстве Кислосливочного Масла; ЦНИИТЭИмясомолпром, Москва, Россия, 1982; с 19.
84. Гринене, Е.; Родионова, Л. Исследования Количественного Составы Некоторых Ароматических Веществ и Органолептических Показателей Сладкосливочного и Кислосливочного Масла при Хранении. *Тр. Лит. фил. ВНИИМСа*: Каунас, Литва, **1980**, 4, с 89–92.
85. Siek, T.J.; Lindsay, R.C. Volatile Components of Milk Fat Steam Distillates Identified by Gas Chromatography and Mass Spectrometry. *J Dairy Sci.* **1968**, 51(12), pp 1887–1896.
91. Krause, A.J.; Miracle, R.E.; Sanders, T.H.; Dean, L.L.; Drake, M.A. The Effect of Refrigerated and Frozen Storage on Butter Flavor and Texture. *J. Dairy Sci.* **2008**, 91, pp 455–465.
86. Lozano, P.R.; Miracle, E. R.; Krause, A.J.; Drake, M.; Cadwallader, K. Effect of Cold Storage and Packaging Material on the Major Aroma Components of Sweet Cream Butter. *J. Agric. Food Chem.* **2007**, 55(19), pp 7840–7846.
87. Laikoja, K.; Teder, L.; Jõudu, I. Assessment of Chemical and Sensory Quality of Unsalted and Salted Sweet Cream Butter During Storage at Different Temperatures and Time. *J. Agri. Sci.* **2017**, 28, pp 76–81.

88. Лазаускас, В. М., Качераускис, Д. В. *Особенности Производства Кислосливочного Масла Способом Сбивания*, ЦНИИТЭИмясомолпром: Москва, 1977, с 35.
89. Bakirci, I.; Çelik, S.; Özdemir, C. The Effects of Commercial Starter Culture and Storage Temperature on the Oxidative Stability and Diacetyl Production in Butter. *Int. J. Dairy Technol.* **2002**, 55(4), p 177–181.
90. Levata-Jovanic, M.; Sandine, W. A Method to use *Leuconostoc Mesenteroides* ssp. *Cremoris* 91404 to Improve Milk Fermentation, *J. Dairy Sci.* **1999**, 80(1), pp 11–18.
91. Liu, S.-Q.; Asmundsen, R.V.; Holland, R., Crow, V. Acetaldehyde Metabolism by *Leuconostoc Mesenteroides* ssp. *Cremoris* Under Stress Conditions. *Int. Dairy J.* **1997**, 7, pp 175–183.
92. Ильин, В.П., Ильина, С.Г.; Михайлова, Т.В.; Юрченко, Н.А. Способ Производства Сливочного Масла. Пат. России 2221432, Янв 20, 2004.
93. Лаузакас, В. Закваска для Масла с Молочнокислыми Палочками. *Тр. Лит. фил. ВНИИМСа*, 1974, 9, с 179.
94. Салахова, И.В.; Литвинова, И.И.; Василенко, Г.К. Способ Получения Кислосливочного Масла. Патент России 94024605, Окт 20, 1996.
95. Черногор, Н.П., Большакова, В.Л., Вінніков А.І. Антагоністична активність молочнокислих бактерій. *Biosystems Diversity*, с 187-193.
96. Walfridsson, M.; Claus M. Novel Genetically Modified Lactic Acid Bacteria Having Modified Diacetyl Reductase Activities. Patent of Canada 232640511, Oct 19, 2000.
97. Henriksen Mael, C.; Nilsson Mats, W. Novel Genetically Modified Lactic Acid Bacteria Having Modified Diacetyl Reductase Activities. Patent of Caanada 2326405. Oct 28.1999.
98. Simonetti, A. L. M.; Burningham, G.K.; Arme, J.B, Thunell, R.K. Method For The Preparation of a Starter Culture. Патент США 0113065, Тра 15, 2008.
99. Мусій, Л.Я.; Цісарик, О.Й. Дослідження Процесів Ферментації та Фізичного Визрівання Вершків у Весняно-Літній Період Року при Виробництві Масла з Пробіотичними Властивостями. *Науковий Вісник Львівського Національного*

Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького **2016**, 18 (2), с 56–62.

100. Karaca, Y.; Gün, İ.; Seydim, A.C.; Guzel-Seydim, Z.B. Production and Quality of Kefir Cultured Butter, *Mljekarstvo* **2018**, 68(1), pp 64–72.

101. Люткявичус, А.; Лаузакас, В. Применение Ацидофильно-Ароматической Закваски с Повышенным Содержанием Сухих Веществ при Производстве Кислосливочного Масла. *Тр. Лит. фил. ВНИИМСа*: Каунас, Литва, **1980**, 14, с 58–65.

102. Hugenholtz, J.; Kleerbezem, M.; Starrenburg, M.; Delcour, J.; de Vos W., Hols, P. Lactococcus Lactis as a Cell Factory for High-level Diacetyl Production. *Appl. Environ. Microbiol.* **2000**, 66(9), pp 4112–4114.

103. Kimoto-Nira, H.; Aoki, R.; Mizumachi, K.; Sasaki, K.; Naito, H.; Sawada, T.; Suzuki, C. Interaction Between Lactococcus Lactis and Lactococcus Raffinolactis During Growth in Milk: Development of a New Starter Culture. *J Dairy Sci.* **2012**, 95(4), pp 2176-2185.

104. Sonia, A.; Challaraj, E; Joshy, A.; Sreelekshmi, K.; Standardisation and Fermentation of Milk Cream with *Lactobacillus Plantarum* and *Streptococcus Thermophilus* for Minimal Moisture Content and Free Fatty Acids. *Int. J. Microbiol. Res.* **2018**, 3(4), pp 16–25.

105. Гуляев-Зайцев, С.С. Развитие Научных Основ Процесов Маслообразования, Интенсификация Существующих и Разработка Новых Технологий в Маслоделии. Дисертація докт. техн. наук, Технол. НИИ Молока и Мяса. Киев, Ураина, 1988.

106. Сборник Технологических Инструкций по Производству Сливочного и Топленого Масла. Углич, 1989, 300 с.

107. Майборода, Ю.В. Дослідження Витрат Енергії на Сколчування Вершків у Масло з Метою Інтенсифікації Процесу та Розрахунку Обладнання. Дисертація канд. техн. наук. Національний Університет Харчових Технологій, Київ, Україна, 2003.

108. Степанова, Л.И. Технологическая Практика Производства Масла. *Сыроделие и маслоделие* **2003**, 2, с 10–11.

109. Musiy, L.; Tsisaryk, O.; Slyvka I.; Galenko O. The Influence of Technological Parameters of Creams Fermentation on Formation of Functional Peculiarities of Cultured Butter. *Ukr. Food J.* **2016**, 5 (2), pp 314–325.
110. Мусій, Л.Я.; Цісарик, О.Й. Особливості Технології Кисловершкового Масла. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2011**, 13 (4), с 99–105.
111. Люткевичюс, А.; Лазаускас, В.; Качераускис, Д. Совершенствование Биохимической Подготовки Сливок к Сбиванию при Производстве Кислосливочного Масла из Раздельно Сквашенных и Смешанных Сливок. *Тр.Лит.фил.ВНИИМСа: Каунас, Литва*, **1981**, 15, с 26–30.
112. Качераускис, Д. Перспективы Производства Кислосливочного Масла Методом Сбивания Сливок. *Проблемы и Пути Рационального Использования Сырья в Маслоделии и Сыроделии. Тезисы Докладов VII Научно-технической Конференции. Каунас, Литва, Май 29-30, 1986; с 43.*
113. Лазаускас, В.М.; Качераускис, Д.В. *Особенности Производства Кислосливочного Масла Способом Сбивания; ЦНИИТЭИ: Москва, Россия, 1977, с 35.*
114. Михеева, Е.М.; Люткявичус, А.В.; Яворскене, В.Й. Использование Ароматизаторов при Выработке Кислосливочного Крестьянского Масла. *Молочная Промышленность* **1985**, 1, с 38–40.
115. Damiany, P.; Burini, G. Determination of Diacetyl In Butter Us 2,3-Diaminonaphthalene Derivative Using Cromatography With Fluorescence Detection. *I. Assoc.offic. Anal. Chem.* **1988**, 71(3), pp 462–465.
116. Лепилкина, О.В.; Гордеева, Е.Ю.; Иванова, Н.В. Взаимосвязь Составы Сливочного Масла и его Структурно-Механических Характеристик. *Сыроделие и Маслоделие* **2003**, 2, с 14–15.
117. Мусій, Л.Я.; Цісарик, О.Й. Динаміка Зростання Кислотності Вершків за Різних Температурних Режимів їх Сквашування і Визрівання При Виробництві Кисловершкового Масла. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2013**, 15(4), с 84–89.

118. Инихов, Г.С.; Брио, Н.П. *Методы Анализа Молока и Молочных Продуктов*; Пищевая Промышленность: Москва, 1971; 423 с.
119. Гуляев-Зайцев, С.С. Функционально-Технологические Свойства Триглицеридов Молочного Жира. *Вісник Аграрної Науки* **1999**, 6, с 55–61.
120. Гуляев-Зайцев, С.С.; Тищенко, Л.М. Сезонні та Регіональні Зміни Хімічного Складу Молочного Жиру. *Вісник Аграрної Науки* **2002**. 3, с 67–69.
121. Твердохлеб, Г.В.; Шемякин, В.О.; Сажин, Г.Ю.; Никифоров, П.В. *Вологодское Маслоделие*, С.-Пб., Санкт-Петербург, Россия, 2002; с 200.
122. Твердохлеб, Г.В.; Раманаускас, Р.И. *Химия и Физика Молока и Молочных Продуктов*. ДеЛи принт: Москва, Россия, 2006; с 360.
123. Качераускис, Д.В.; Мотекайтис, П.П.; Бронюкайтене, М.Б.; Рандис, С.И. Новые Технологические Способы Подготовки Сливков к Сбиванию. ЦНИИТЭИмясомолпром: Москва, 1975; с 36.
124. Павлова, Т.А.; Вишемирский, Ф.А.; Гаврилов, Г.Б.; Эрвольдер, Т.М. Кислосливочное Масло Повышенной Таксотрофности. *Сыроделие и маслоделие* **2009**, 5, с 35–37.
125. Buldo, P.; Kirkensgaard, J.; Wiking, L. Crystallization Mechanisms In Cream During Ripening and Initial Butter Churning. *J. Dairy Sci.* **2013**, 96, pp 6782–6791.
126. Rønholt, S.; Kirkensgaard, J. K.; Mortensen, K.; Knudsen, J. C.;. Effect of Cream Cooling Rate and Water Content on Butter Microstructure During Four Weeks of Storage. *Food Hydrocoll.* **2014a** 34, pp 169–176.
127. Rønholt, S.; Kirkensgaard, J.; Pedersen, T.B.; Mortensen, K.; Knudsen, J.C. Polymorphism, Microstructure and Rheology of Butter. Effects of Cream Heat Treatment. *Food Chem.* **2012**, 135, pp 1730– 1739.
128. Rønholt, S.; Mortensen, K.; Knudsen, J. C. The Effective Factors on the Structure of Butter and Other Milk Fat-Based Products. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* **2013**, 12, pp 468–482.
129. Диденко, В.М. Роль Эмульгаторов в Обеспечении Качества Спредов. *Масложировая Промышленность* **2006**, 1, с 34.

130. Ивина, О.А. Разработка Технологии Производства Сливочно-Растительного Спреда. Дисертація канд. наук, Кемеровский Технологический Институт Пищевой Промышленности, Кемерово, Россия, 2005.
131. Ильинова, С.А. Экспериментальное Обоснование Применения Фосфолипидных Продуктов в Конструировании Пищевых Эмульсий. Кубанский ГТУ. *Известия ВУЗов. Пищевая Технология* **2006**, 2, с 26.
132. Гуляев-Зайцев, С.С.; Майборода, Е.Ю. Кристаллизация Композиций Молочного Жира и Пальмового Олеина. *Масложировая Промышленность* **2006**, 6, с 18.
133. Гуляев-Зайцев, С.С. Физико-Химические Основы Производства Масла из Высокожирных Сливок, Пищев.пром.: Москва, 1974; с 135.
134. Cisneros Estevez, A.; Toro-Vazquez, J. F.; Hartel, R. W. Effects of Processing and Composition on the Crystallization and Mechanical Properties of Water-in-Oil Emulsions. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **2013**, 90, pp 1195–1201.
135. Coupland, J. N. Crystallization in Emulsions. *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* **2002**, 7, pp 445–450.
136. Lopez, C.; Bourgaux, C.; Lesieur, P.; Bernadou, S.; Keller, G.; and Ollivon, M. Thermal and Structural Behavior of Milk Fat. Influence Of Cooling Rate and Droplet Size on Cream Crystallization. *J. Colloid Interface Sci.* **2002**, 254, pp 64–78.
137. Dekker M.; Wiking, L.; De Graef, V.; Rasmussen, M.; Dewettnick, K. Relations Between Crystallisation Mechanisms And Microstructure Of Milk Fat. *Int. Dairy J.* **2009**, 19, pp 424–430.
138. Самойлов, А.В.; Жукова, Я.Ф. Исследование Теплофизических Свойств Заменителей Молочного Жира и Молочно-Жировых Смесей. *Вісник Аграрної Науки* **2013**, 10, с 55–58.
139. Терещук, Л.В.; Долголюк, И.В. Исследование Составы и Свойств Кокосовой Пасты и Использование ее в Производстве Спредов. *Техника и Технология Пищевых Производств* **2010**, 2(17), с 69–72.
140. Рощупкина, Н. Содержание Твердых Триглицеридов на ЯМР-Анализаторе или Твердость по Каминскому. *Молочная промышленность* **2007**, 1, с 10.

141. Тагиева, Т.Г.; Григорьева, В.Н.; Тарасова, Л.И. Принципы Составления Жировых Основ Спредов. *Масложировая промышленность* **2007**, 1, с 6–9.
142. Карпухин, Д.В. Разработка Технологии и Рецептур Спредов Функционального Назначения. Диссертация кандид. техн. наук. Московский Государственный Институт Пищевых Производств, 2004.
143. Покровский, Н.В.; Батурина, Н.А. Использование Спредов в Питании. В *Инновационные Технологии в Пищевой Промышленности: Наука, Образование и Производство*, Сб. Материалов Международной Научно-Технической Конференции, Воронеж, Россия, ноябрь 9-10, 2017; Чергов Е.Д., Ред.; Воронежский ГУИТ, 2017; с 141–143.
144. Bhattacharyya, S.; Maiti, A. Bread Spreads Prepared From Vegetable Oil Blends Having Balanced Fatty Acid Profile. *Int. J. Eng. Res. Sci. Technol.* **2013**, 5(3), pp 1731–1733.
145. Bobe, G.; Zimmerman, S.; Hammond, E.; Freeman, A.; Porter, P.; Luhman, C.; Beitz D. Butter Composition and Texture from Cows with Different Milk Fatty Acid Compositions Fed Fish Oil or Roasted Soybeans. *J. Dairy Sci.* **2007**, 90, pp 2596–3603.
146. Горбатова, А.В. Исследование Качественных Показателей Сливочно-Растительного Спреда Функциональной Направленности. *Аграрный Вестник Урала* **2013**, 1(107), с 37–38.
147. Остриков, А.Н.; Смирных, А.А.; Горбатова, А.В. Комплексное Исследование Реологических Свойств Спреда Функциональной Направленности. *Вестник Алтайского Государственного Университета* **2013**, 11(99), с 93–96.
148. Илларионова, В.В.; Вербицкая, Е.А.; Рыков, Д.В. Перспективные Направления Создания Масложировых Продуктов Нового Поколения. В *Инновационные Технологии в Пищевой Промышленности: Наука, Образование и Производство*, Сб. материалов Международной научно-Технической Конференции, Воронеж, Россия, ноябрь 9-10, 2017; Чергов Е.Д., Ред.; Воронежский ГУИТ, 2017; с 206.
149. Рыльская, Л.А.; Хрипко, И.А.; Борисова, М.М.; Хачатурянц К.Г. Об Использовании Инулина В Рецепттурах Спредов. В *Инновационные Технологии в Пищевой Промышленности: Наука, Образование и Производство*, Сб. Материалов

Международной Научно-Технической Конференции, Воронеж, Россия, Декабрь 3-4, 2013; Пономарев А.Н., Мельникова Е.И., Ред.; Воронежский ГУИТ, 2013; с. 207–209.

150. Колесникова, С. В.; Алексеенко, А.В. Спреды с Функциональными Добавками – Новый Шаг в Развитии Продукта. *Молочная Промышленность* **2012**, 3, с 55–56.

151. Терещук, Л.В.; Савельев, И.Д. Обоснование Технологических Параметров Производства Сливочно-Растительных Спредов с Использованием Дезодорированного Рапсового Масла. *Техника и Технология Пищевых Производств* **2010**, 4, с 5.

152. Самойлов, А.В.; Кочеткова, А.А.; Кунц Б. Повышение Стабильности Пробиотических Микроорганизмов в Эмульсионных Жировых Продуктах При Прохождении Через Естественные Барьеры Организма Человека. *Масложировая Промышленность* **2012**, 1, с 26–28.

153. Самойлов, А.В.; Ипатова, Л.Г.; Кочеткова, А.А.; Севериненко, С.М. (ГОУВПО «Московский Государственный Университет Пищевых Производств»). Способ Получения Спреда. Патент РФ 2364089, Авг 20, 2009.

154. Морина, Э.В.; Нечаев, А.П. Новое Поколение Эмульсионных Жировых Продуктов. В *Инновационные Технологии и Оборудование для Пищевой Промышленности (Приоритеты Развития)*. Материалы III Межд. Научн-Техн. Конференции. Воронеж, Россия, Сент 22-24, 2009; Чертов Е.Д., Антипов С.Т., Ред.; Воронежская ГТА, 2009; с. 112.

155. Charteris, W.P.; Kelly, P.M.; Morelli, L.; Collins, J.K. Edible Table (Bio)spread Containing Potentially Probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* Species, *Int. J. Of Dairy Technol.* **2002**, 1, pp 44–56.

156. Русакова, Е.В. Разработка Новых Рецептур Комбинированных Продуктов Питания Эмульсионной Структуры. Диссертация канд. техн. наук, Московский Государственный Университет Пищевых Производств, 1999.

157. Лисицын, А.Н.; Ибрагимова, А.З Сливочно-Растительный Спред, Обогащенный Витаминсинтезирующей Микрофлорой. *Переработка Молока* **2006**, 5, с 52–54.

158. Сергеев, В.Н.; Ибрагимова, А.З.; Шамраева, Н.Д. Обогащение Спредов Витаминсинтезирующей Микрофлорой. *Сыроделие и Маслоделие* **2005**, 5, с 45–46.
159. Bayés-García, L.; Patel, R.; Dewettinck, K.; Rousseau, D.; Sato, K.; Ueno, S. Lipid Crystallization Kinetics – Roles of External Factors Influencing Functionality of end Products. *Current Opinion in Food Science*, **2015**, pp 32–38.
167. Fredrick, E.; Walstra P.; Dewettinck, K. Factors Governing Partial Coalescence in Oil-in-Water Emulsions. *Adv. Colloid Interface Sci.* **2010**, 153, pp 30–42.
160. Тищенко Л.М. Дослідження Складу та Властивостей Молочного Жиру і Вдосконалення Технології Вершкового Масла: Автореф. дис ... канд. техн. наук. НУХТ, Київ, 2009, 24 с.
161. Buchgarber, M; Ulberth, F.; Emons, H.; Anklam, E. Triglyceridglyceride Profiling By Using Chromatographic Techniques. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **2004**, 106, pp 621–648.
162. Campanella, O.H.; Dorward, N.M.; Singh, H.A. Study of the Reological Properties of Concentrated Food Emulsions. *J. Food Eng.* **1995**, 25 pp 427–440.
163. Moens, K.; Tavernie, I.; Dewettinck, K. Crystallization Behavior of Emulsified Fats Influences Shear-Induced Partial Coalescence. *Food Res. Int.* **2018**, 113, pp 362–370.
163. Fredrick, E.; Walstra P.; Dewettinck, K. Factors Governing Partial Coalescence in Oil-in-Water Emulsions. *Adv. Colloid Interface Sci.* **2010**, 153, pp 30–42.
164. Hinrichs, J.; Kessler, H. G. Fat Content of Milk and Cream and Effect on Fat Globule Stability. *J. Food Sci.* 1997, 62, pp 992–99.
165. Hasenhuetti, G.I.; Hartel, R.W. *Chaptan and Hall*, New York. Food Emulsifiers and their Applications, 1997, pp 375.
166. Єресько, Г.А.; Гуляев-Зайцев, С.С; Кимачинский С.И.; Нарижный С.А. Эффективное Оборудование для Производства Технологически Стойких Эмульсий. *Молочная Промышленность* **2008**, 4(47), с 55–57.
167. Degner, B. M.; Olsnob, K.M.; Rose D. Influence of Freezing Rate Variation on the Microstructure and Physicochemical Properties of Food Emulsions. *J. Food Eng.* **2013**, 119, pp 244–253.
168. Di Bari V.; Norton J.E.; Norton I.T. Effect of Processing on the Microstructural Properties of Water-in-Cocoa Butter Emulsions. *J. Food Eng.* **2014**, 122(1), pp 8–14.

169. Protonotariou, S.; Evageliou, V.; Yanniotis, S.; Mandala, I. The Influence of Different Stabilizers and Salt Addition on the Stability of Model Emulsions Containing Olive or Sesame Oil, *J. Food Eng.* **2013**, *117*(1), pp 124–132.
170. Michalski, M.C.; Januel, C. Does Homogenization Affect the Human Health Properties of Cows Milk. *Trends in Food Science and Technology* **2006**, *17*(8) pp 423-437.
171. Климов, В.П.; Суходольский, Н.С.; Кучин Л.А. Маслообразователь Усовершенствованной Конструкции и Повышенной Эффективности. Сборник Трудов ВНИИМС «Качество и Эффективность Производства Сливочного Масла». Углич, 1990, с 82–86.
172. Красуля, Н.Г. Исследование Роли Молочной Плазмы в Формировании Структуры и Качества Масла. Дисертация канд. техн. наук, Вологда-Молочное, 1981.
173. Терешин, Г.П.; Смирнова, О.И. Интенсификация Производства Бутербродного Масла Методом Преобразования Высокожирных Сливок при Использовании Цилиндрических Маслообразователей. *Сборник Трудов ВНИИМС «Малоотходные Процессы Переработки Молочного Сырья»*. **1986**, с 45–49.
174. Hussain, H.; Truong, T.; Bansal, N.; Bhandari, B. The Effect of Manipulating Fat Globule Size on The Stability and Rheological Properties of Dairy Creams. *Food Biophysics* **2016**, *12* (1), pp 1–10.
175. Moens, K.; Masum, A. K. M.; Dewettinck, K. Tempering of Dairy Emulsions: Partial Coalescence and Whipping Properties. *Int. Dairy J.* **2016**, *56*, pp 92–100. DOI:10.1016/j.idairyj.2016.01.007.
176. Zhou, X.; Chen, L.; Han, J.; Shi, M.; Wang, Y.; Zhang, L.; Li, Y.; Wu, W. Stability and Physical Properties of Recombined Dairy Cream: Effects of Soybean Lecithin. *International Journal of Food Properties* **2017**, *20* (10), pp 2223–2233.
177. Nguyen, V.; Duong, C. T. M.; Vu, V. Effect of Thermal Treatment on Physical Properties and Stability of Whipping and Whipped Cream. *J. Food Eng.* **2015**, *163*, pp 32–36. doi:10.1016/j.jfoodeng.2015.04.026.

178. Peng, Fangshuai; He, Shenghua; Yi, Huaxi; Li, Qi; Xu, Weili; Wang, Rongchun; Ma, Ying. Physical, Textural and Rheological Properties of Whipped Cream Affected by Milk Fat Globule Membrane Protein. *Int. J. Food Prop.* **2018**, pp 1190-1192.
179. Nguyen, V.; Duong, C. T. M.; Vu, V. Effect of Thermal Treatment on Physical Properties and Stability of Whipping and Whipped Cream. *Journal of Food Engineering* **2015**, 163, pp 32–36. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2015.04.026.
180. Сирохман, І. Забезпечення Якості і Стійкості Жирів Емульсійного Типу Під час Зберігання. *Вісник Львівської Комерційної Академії* **2009**, 11, с 3–6.
181. Moran, P.F. The Development of Yellow Spreads. *Dairy Ind. Int.* **1990**, 55(5). pp 41-43.
182. Dickinson, E. Structure And Composition of Adsorbed Protein Layers and the Relationship to Emulsion Stability. *J. Chem. Soc. Farady Transact.* **2002**, 889. pp 2973-2983.
183. Вайткус, В. Влияние Диспергирования Жира в Обезжиренном Молоке, Пахте и Сыворотке на Молочный Белок. *Тр. Лут. фил. ВНИИМС*, **1976**, 10, с 161-165.
184. Ipsen, R. Microparticulated Whey Proteins for Improving Dairy Product Texture. *Int. Dairy J.* **2017**, 67, pp 73–79. doi:10.1016/j.idairyj.2016.08.009.
185. Ковтун, Ю. А. Дослідження Процесу Водопоглинання Концентратом Сироваткових Білків та Мікроструктури його Розчину. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2014**, 2, с 72–78.
186. De Boer, R. Future Proteins For Application Success. *The Word Of Food Ingredients*, **2017**, p 42–46.
187. Банникова, А.В. *Инновационный Подход к Созданию Обогащенных Молочных Продуктов с Повышенным Содержанием Белка*. ДеЛи Плюс: Москва, 2015; с 136.
188. Арсеньева, Т.П.; Баранова, И.В. Основные Вещества для Обогащения Продуктов Питания. *Пищевая Промышленность* **2007**, 1, с 6–9.
189. Бакулина, О.Н. Фруктовые и Овощные Ингредиенты: Новые Виды – Новые Возможности. *Пищевая Промышленность*. **2004**, 3, с 94.

190. Викторова, Е.В.; Кулакова, С.Н.; Гаппаров, М.М. Комбинированные Жировые Продукты: Подходы к Оценке Качества, *Вопросы Питания* **2005**, 5, с 36–38.
191. Вышемирский, Ф.А.; Дунаев, А.В.; Караваева Е.Ю. Продукты Маслоделия в Свете Науки о Здоровом Питании. *Сыроделие и Маслоделие*, **2011**, 2, с 54-56.
192. Вышемирский, Ф.А.; Топникова, Е.В.; Кучнова О.А. Разработка Требований к Консистенции Сливочных Паст. *Труды Института ВНИИМС «Актуальные Проблемы Маслоделия, Ассортимент, Качество, Эффективность»* **1997**, с 11–23.
193. Вышемирский, Ф.А.; Топникова, Е.В.; Лобачева, Т.П. Сливочное Масло «Закусочное», *Сыроделие и Маслоделие* **2005**, 6, с 39-40.
194. Голубева, Л.В.; Долматова, О.И.; Губанова, А.А.; Чугуевская, В.А. Молокосодержащий Продукт, Обогащенный Ореховым Наполнителем. Известия ВУЗов. *Прикладная Химия и Биотехнология* **2012**, 2(3), с 159–160.
195. Голубева, Л.В.; Долматова, О.И.; Василенко, Л.И. Функциональные Ингредиенты и их Использование в Ппроизводстве Спредов. *Пищевая Промышленность* **2013**, 9, с 79–80.
196. Губина, И. Пищевые Апельсиновые Волокна «Цитри-Фай» – Новый Компонент Здорового Питания и Новая Возможность Создания Молочных Продуктов Функционального Назначения. *Молочная Промышленность* **2011**, 2, с 75.
197. Спиричев, В.Б.; Шатнюк, Л.Н. Обогащение Пищевых Продуктов Микронутриентами: Научные Принципы и Практические Решения. *Пищевая технология* **2010**, 4, с 20–24.
198. Терещук, Л.В.; Долголюк, И.В. Исследования Показателей Качества Спредов с Использованием Кокосовой Пасты при Хранении. *Материалы V Всероссийской Научно-Практической Конференции «Качество Продукции, Технологий и Образования. – Магнитогорск: ГОУ ВПО» МГТУ Им. Г.И. Носова*, 2010, с 173–175.
199. Токаев, Э.С.; Джашеева, З.А-М.; Коваленко, Д.Н. Сравнительный Анализ Двух Методов Оценка Качества Сливочного Масла при Длительном его Хранении и Влияние Экстрактов Расторопши Пятнистой на Срок Хранения. *Вопросы Питания* **2010**, 78(6), с 32-36.

200. Зобкова, З.С. Пищевые Вещества, Формирующие Консистенцию и Новые Свойства Молочных Продуктов. *Молочная Промышленность* **2007**, 10, с 18-19.
201. Поліщук, Г. Є.; Подковко, О. А.; Яковлева, С. Р. Склад Солодковершкової Масляної Пасты. Патент України 112161, Січ 20, 2016.
202. Иванов, С.В.; Рашевская, Т.А. Масляные Пасты с Комплексом Растительных Микронутриентов, Обладающих Лечебно-Профилактическими Свойствами. В *Технічні Науки: Стан, Досягнення і Перспективи Розвитку М'ясної, Олієжирової та Молочної Галузей*: Матеріали третьої міжнародної науково-технічної конференції, Київ, Україна, Березень 24-25, 2014; Українець А.І., Ред.; НУХТ, 2014, с 65–66.
203. Подковко, О.; Поліщук, Г.; Гурєєва, В. Наукове Обґрунтування Складу Солодковершкової Масляної Пасты. *Технічні Науки та Технології* **2016**, 2, с 212–216.
204. Федякина, З.; Горшкова, Л.; Рубина Л. Жировые Эмульсии. Требования к Эмульгаторам в Свете Современных Тенденций Развития Маргаринового Производства. *Олійно-Жировий Комплекс* **2007**, 3(18), с 58–62.
- 205.
206. Дорожкина, Т.; Бухмет, М. Правильный Выбор Емульгатора – Залог Успеха Маргарина на Рынке. *Масложировая Промышленность* **2012**, 1, с 32–34.
207. Ипатов, Л.Г.; Задорожная, Д.Г.; Малченко, О.А. Фосфолипиды в Пищевых Эмульсиях, Обогащенных Функциональными Ингредиентами. *Масложировая Промышленность* **1999**, 2, с 17–19.
208. Клавер, Ф. Эмульгаторы В Пищевой Промышленности. *Пищевые Ингредиенты. Сырье и Добавки* **2000**, 2, с 64–65.
209. Булдаков, А.С. *Пищевые Добавки: Справочник*. 2-е изд. перераб. и доп.; ДеЛи принт: Москва, 2001; с 436.
210. Флоров, Ю.Г. *Курс Коллоидной Химии. Поверхностные Явления и Дисперсные Системы*, Химия: Москва, 1989; с 463.
211. Диденко, В.М. Роль Эмульгаторов в Обеспечении Качества Спредов. *Спреды и Смеси Топленые: сб. докл. научн.-практ. конф.-выставки*. Москва, Россия, Ред.; Издательский комплекс МГУПП, 2005; с 16–23.

212. Федорова, Е.Б. Эмульгаторы на Основе Лецитинов Для Производства Спредов и Топленых Смесей. В *Спреды и Смеси Топленые*, Сб. Докл. Научн.-Практ. Конф.-Выставки. Москва, Россия, Ред.; Издательский Комплекс МГУПП, 2005; с 48–54.
213. Топникова, Е. В. Изучение Эффективности Использования Стабилизаторов Структуры при Выработке Сливочного Масла Пониженной Жирности. *Хранение и Переработка Сельхозсырья* **2004**, 5, с 23–26.
214. Поліщук, Г.Є.; Сімахіна, Г.О.; Семко, Т.В.; Устименко, І.М. Обґрунтування Рецептурсного Складу Пастоподібних Молоковмісних Продуктів для Харчування Військовослужбовців. *Збірник Наукових Праць «Продовольчі Ресурси»* **2015**, 5, с 107–113.
215. Подковко, О. А. Исследование Показателей Структуры и Консистенции Масляной Пасты. *Scientific Works of University of Food Technologies* **2014**, 2, с 163–166.
216. Siseen, D. The Why, where and when of Hydrocolloids. *The Word of Food Ingredients* **2017**, pp 34–36.
217. Zhu, Y.; Bhandari, B.; Prakash, S. Tribo-Rheometry Behaviour and Gel Strength of κ-Carrageenan and Gelatin Solutions at Concentrations, Ph and Ionic Conditions Used in Dairy Products. *Food Hydrocolloids*, **2018**, 84, pp 292–302. [doi:10.1016/j.foodhyd.2018.06.016](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.06.016).
218. Arltoft, D.; Madsen, F.; Ipsen, R. Relating the Microstructure of Pectin and Carrageenan in Dairy Desserts to Rheological and Sensory Characteristics. *Food Hydrocolloids* **2008**, 22(4), pp 660–673. doi:10.1016/j.foodhyd.2007.01.025
219. Pasichnyi, V.; Yushchenko, N.; Mykoliv, I.; Kuzmyk, U. Structure Stabilization Of Fermented-Milk Pastes. *Ukr. Food J.* **2015**, 4(3), pp 431–439.
220. Pohanues, H.; Hans-Deiten, V. Паста на Основе Сметаны для Намазывания на Хлеб. Заявка ФРГ 3324821, Січень 17, 1985.
221. Ниппон Юси, К.К. Эмульсия Типа «Масло-в-Воде. Заявка Японии 53-16749. Квіт. 17, 1984.
222. Platt, L.B. Низкожирный Пастообразный Продукт. Заявка Великобритании 2208296, Бер. 22, 1989.

223. Salah, A.H.; Anthony, L.J. Способ Приготовления Пастообразного Составы Типа Сливочного Масла. Патент США 4769255, Вер. 6, 1989.
224. Pasichnyi, V.; Yushchenko, N.; Mykoliv, I.; Kuzmyk, U. Structure Stabilization Of Fermented-Milk Pastes. *Ukr. Food J.* **2015**, 4(3), pp 431–439.
225. Pohanues, H.; Hans-Deiten, V. Паста на Основе Сметаны для Намазывания на Хлеб. Заявка ФРГ 3324821, Січень 17, 1985.
226. Подковко, О. А. Исследование Показателей Структуры и Консистенции Масляной Пасты. *Scientific Works of University of Food Technologies* **2014**, 2, с 163–166. Ниппон Юси, К.К. Эмульсия
227. Полищук, Г.; Симахина, Г.; Устименко, И. Научное Обоснование Составы Эмульсий для Нормализации Белково-Жировых Продуктов. *Maisto chemija ir Technologija*, **2003**, 1, pp 25–55.
228. Квасников, Е. И., Нестеренко, О. А. *Молочнокислые бактерии и пути их использования*. М.: Наука, 1975, с 384.
228. Сборный Инструкции по Селекции Молочнокислых Бактерий, Бифидобактерий и Подбору Заквасок для Кисломолочных Продуктов, 1985, Разраб. ЦІМ ВНИИМП.
229. Банникова, Л.А. Селекция Молочнокислых Бактерий и их Применение в Молочной Промышленности. *Пищевая Промышленность* **1975**, с 225.
230. Королева, Н.С. *Техническая Микробиология Цельномолочных Продуктов*; Молочная промышленность: Москва, 1975; с 272.
231. ТІММ УААН, 2013, ДСТУ 7357:2013 *Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання*. Київ: ТІММ УААН.
232. Держспоживстандарт України, 2015, ДСТУ 7999:2015 *Продукти харчові. Методи визначання молочнокислих бактерій*. Київ: Держспоживстандарт України.
233. Держспоживстандарт України, 2015, ДСТУ 7354:2013 *Молоко, молочні продукти та закваски. Метод визначання кількості пропіоновокислих бактерій*. Київ: Держспоживстандарт України.
234. Скородумова А.М. *Практическое Руководство по Технической Микробиологии Молока и Молочных Продуктов*; Пищепромиздат, Москва, 1963, с 308.

235. Егоров, Н.С. *Микробы-Антагонисты и Биологические Методы Определения Антагонистической Активности*; Высшая школа, Москва, 1975, с 209.
236. Уманский, М.С.; Боровкова, Ю.А. Липолитическая Активность Молочнокислых и Пропионовокислых Бактерий. *Молочная промышленность*, **1998**, 4, с 20-23.
237. Куцева, Л.С. *Витаминные Ресурсы и их Использование. Методы определения витаминов*. Издательство академии наук СССР, 1995, Москва.
238. Держспоживстандарт України, 2013, ДСТУ IDF 122В:2003. *Молоко і молочні продукти. Підготовка зразків і розведень для мікробіологічних досліджень*, Київ: Держспоживстандарт України.
239. Держспоживстандарт України, 2013, ДСТУ 7357:2013 *Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання*, Київ: Держспоживстандарт України.
240. Держспоживстандарт України, 2013, ДСТУ 8447:2015 *Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів*, Київ: Держспоживстандарт України.
241. Єресько, Г.О.; Кігель, Н.Ф.; Романчук, І.О.; Науменко, О.В.; Даниленко, С.Г.; Орлюк, Ю.Т. *Інструкція щодо Організації Виробничого Мікробіологічного Контролю на Підприємствах Молочної Промисловості НААН*; Ін-т прод.ресурсів НААН, НТЦ «ІАЕ»: Київ, 2014; с 372.
242. Технічний комітет «Молоко, м'ясо та продукти їх переробки» (ТК 140), 2002, ДСТУ ISO 707:2002 *Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб (ISO 707:1997, IDT)*, Київ: Технічний комітет «Молоко, м'ясо та продукти їх переробки» (ТК 140).
243. Межгосударственный стандарт, 1992, ГОСТ 3624-92 *Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности*, Москва: Межгосударственный стандарт.
244. Межгосударственный стандарт, 1973, ГОСТ 3626-73. *Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества*, Москва: Межгосударственный стандарт.

245. Межгосударственный стандарт, 1990, ГОСТ 5867-90 *Молоко и молочные продукты. Методы определения жира*. Москва: Межгосударственный стандарт.
246. ДСТУ ISO 8968-2:2005 (IDF 20-2:2001) молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 2. Метод із використанням блоку для спалювання (мікрометод) (ISO8968-2:2001, IDF 20-2:2001, IDT).
247. Держспоживстандарт України, 2006, ДСТУ 4463:2005. Маргарини, жири кондитерські та для молочної промисловості. Київ: Держспоживстандарт України.
248. Держспоживстандарт України, 2008, ДСТУ 6067:2008 *Масло вершкове та спреди. Методика визначання коефіцієнта термостійкості*. Київ: Держспоживстандарт України.
249. Ставрова, Э.Р. Метод Определения Вытекания Жидкого Жира из Масла. *Молочная Промышленность* **1970**, 12, с 14–16.
250. Держспоживстандарт України, 2006, ДСТУ 4463:2005 *Маргарини, жири кондитерські та для молочної промисловості. Правила приймання та методи випробування*. Київ: Держспоживстандарт України.
251. Ересько, Г.А.; Работягова, Л.И. Дилатометрический Метод Исследования Отвердевания Молочного Жира. *Пищевая Промышленность* **1977**, 23, с 61–64.
252. Госстандарт России, 2001, ГОСТ Р 51762-2001. Государственный стандарт Российской Федерации. *Водка и спирт этиловый из пищевого сырья*. Москва, Госстандарт России.
253. Держспоживстандарт України, 2004, ДСТУ ISO 11868:2004 Молоко Термічно Оброблене. Визначення вмісту лактулози методом високоефективної рідинної хроматографії. Київ: Держспоживстандарт України.
254. Крусь, Г.Н.; Шалыгина, А.М.; Волокитина, З.В. *Методы Исследования Молока и Молочных Продуктов*; Колос: Москва, 2000; с 300.
255. Держспоживстандарт України, 2004, ДСТУ ISO 6799-2002, *Жири та олії тваринні і рослинні. Визначання Складу Стеринові Фракції. Газохроматографічний Метод* (ISO 6799:1991, IDT). Київ: Держспоживстандарт України.

256. Госстандарт России, 1999, ГОСТ Р 51483-99, *Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме.* Москва: Госстандарт России.
257. Северина, С.Е., *Практикум по Биохимии: Учебное пособие.* В ред.; Соловьевой Г.А., Ред.; Издательство МГУ: Москва, 1989; с 506.
258. Горбатов, А.В. *Реология М'ясних и Молочних Продуктов.* Пищевая промышленность: Москва, 1979; с 384.
259. Перт, С.Дж. *Основы Культивирования Микроорганизмов и Клеток.* Мир: Москва, 1978; с 331.
260. Межгосударственный стандарт, 1973, ГОСТ 8764-73. Государственный стандарт. Консервы Молочные и Молокосодержащие. Методы контроля. Москва: Межгосударственный стандарт.
261. Межгосударственный стандарт, 1988, ГОСТ 24061-89 Препараты Биологические Сухие. Метод Определения Влажности. Москва: Межгосударственный стандарт.
262. Игнат'ев, А.Д.; Исаев, М. Модификация Метода Биологической Оценки Пищевых Продуктов с Помощью Реснитчатой Инфузории *Tetrachimena Pyriformis*. *Вопросы питания* **1980**, 1, с 70–71.
263. Межгосударственный стандарт, 2008, ГОСТ 37-91 *Масло Коровье. Технические условия.* Москва: Межгосударственный стандарт.
264. Лапач, С.Н.; Чубенко, А.В.; Бабич, П.Н. *Статистические Методы В Медико-Биологических Исследованиях с Использованием Excel.* Морион: Киев, 2001; с 408.
265. Carminati, D. Advances and Trends in Starter Cultures for Dairy Fermentations. In: Mozzi F., Raya R., Vignolo G., editors. *Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications*: Wiley-Blackwell, Ames, IA, USA, pp. **2010** 177–192.
266. Hansen, E. Commercial Bacterial Starter Cultures for Fermented Foods of the Future. *International Journal of Food Microbiology* **2002**, 78(1-2), 119-31.
267. Кігель, Н.; Насирова, Г. Критерії Відбору Заквашувальних Культур. *Вісник агарної науки.* **2002**, 2, 58-60.

268. Малова, В.В.; Шульга, Н.М.; Кігель, Н.Ф. Дослідження В-Галактозидазної Активності Заквашувальних Культур Промислово Цінних Штамів Молочнокислих та Біфідобактерій. В *Нові Технології та Технічні Рішення в Харчовій та Переробній Промисловості: Сьогодення і Перспективи*, Матеріали IX Міжнародної Науково-технічної Конференції, Київ, Україна, Квітень 28, 2003; Українець А.І., Ред.; НУХТ, 2003; с 64–65.
269. Bodnarchuk, O.; Influence of Temperature Regimes of Ripening and Fermentation Stages of The Physical and Chemical Properties of Cream and Sour-Cream Butter Quality Indicators. *Харчова Наука і Технологія* **2018**, 12, 3(5), pp 57–63. doi:10.15673/fst.v12i3.10404.
270. Боднарчук, О.; Слободянюк, Н. Конструювання Заквашувальних Композицій для Виробництва Кисловершкового Масла. *Продовольча Індустрія АПК* **2018**, 4, с 19–23.
271. Боднарчук, О.; Слободянюк, Н. Вплив Заквашувальних Культур на Молочно-Жирові Емульсії для Кисловершкових Паст. *Продовольча Індустрія АПК*. **2018**, 5, с 10–13.
272. Боднарчук, О.В.; Кігель, Н.Ф. Бактеріальні Культури у Виробництві Кисловершкового Масла. *Продовольча Індустрія АПК*. **2013**, 4, с 12–19.
273. Боднарчук, О.В. Опрацювання Умов Підготовки Посівного Матеріалу для Отримання Бактеріального Препарату для Кисловершкового Масла *Наукові Праці ОНАХТ* **2013**, 2,(44), с 240–245.
274. Рожанська, О.М.; Боднарчук, О.В.; Король, О.М.; Чорна, Н.Ф.; Кігель, Н.Ф. Конструювання Бактеріальних Композицій для Виробництва Кисловершкового Масла. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2011**, 13(2), с 372–380.
275. Боднарчук, О.В. Закономірності Розвитку Бактеріальних Композицій Підчас Біологічного Дозрівання Вершків для Виготовлення Кисловершкового Масла. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2013**, 15(55), с 18–24.

276. Боднарчук, О.В. Дослідження Ферментативної Активності Заквашувальних Культур для Кисловершкового Масла. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2012**, 14, (53), с 246–251.
277. Боднарчук, О.В. Дослідження Антагоністичної Активності Заквасок Для Кисловершкового Масла. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2012**, 14(52), с 189 – 194.
278. Боднарчук, О.В. Вплив Технологічних Режимів Приготування Закваски на Формування її Смако-Ароматичних Речовин. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2013**, 15(57), с 15–21
279. **Боднарчук, О.В.** Особливості Функціонування Заквашувальних Культур Підчас Виробництва Кисловершкового Масла Різними Способами та їх Вплив на його Якість. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2014**, 16(59), с 12–19.
280. **Боднарчук, О.В.** Дослідження Якості Кисловершкового та Солодковершкового Масла підчас Зберігання. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2014**, 16(60), с 11–20.
281. **Боднарчук, О.В.** Мікробіологічна Якість Кисловершкового Та Солодковершкового Масла за Умов Низькотемпературного Зберігання. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2015**, 17(61), с 3–10.
282. **Боднарчук, О.В.** Дослідження Амінокислотного Складу Плазми Кисловершкового та Солодковершкового Масла під час Зберігання. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького* **2015**, 17(64), с 16–23.
283. Боднарчук, О.В. Якість Кисловершкових Спредів, Виготовлених Методом Перетворення Жирової Суміші. *Науковий Вісник Львівського Національного*

Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій імені С.З.Гжицького **2016**, 18(65), с 26–32.

284. Боднарчук, О.В. Вибір Складу Комплексної Заквашувальної Композиції для Кисловершкових Спредів та Дослідження Закономірностей їх Функціонування. *Збірник Наукових Праць Ін-т прод. Ресурсів НААН України Продовольчі Ресурси* **2015**, 4, с 75–80.

285. Боднарчук, О.В.; Єресько, Г.О.; Кігель, Н.Ф. Дослідження Структурно-Механічних Характеристик Спредів. *Збірник наукових праць Ін-т прод. Ресурсів НААН України Продовольчі Ресурси* **2016**, 7, с 73–78.

286. Боднарчук, О.В. Дослідження Властивостей Замінників Молочного Жиру. *Збірник Наукових Праць Ін-т Прод. Ресурсів НААН України Продовольчі Ресурси* **2016**, 6, с 123–130.

287. Боднарчук, О.В. Вплив Стабілізаторів Структури на Властивості Вершків, як Основи для Виробництва Низькожирних Маслоподібних Продуктів. *Збірник Наукових Праць Ін-т Прод. Ресурсів НААН України Продовольчі Ресурси*, **2017**, 9, с 120–125.

288. Боднарчук, О.В. Вплив Закваски на Якісні Показники Кисловершкового Масла. *Харчова Наука і Технологія* **2013**, 2 (23), с 42–45.

289. Bondarchuk, O.; Gukova, Y.F. Changing Taste and Aromatic Properties Sour-Cream Butter and Sweet-Cream Butter in Conditions of Low Temperature Storage. *Carpathian J. Food Sci. Technol.* **2015**, 7(4), pp 74–82.

290. Боднарчук, О.В. Роль Заквасочной Культуры в Производстве Кислосливочных Спредов. *Пищевая Промышленность: Наука и Технологии* **2019**, 12(43), с 86–96.

291. Боднарчук, О.В.; Кігель, Н.Ф.; Жукова, Я.Ф.; Єресько, Г.О. Роль Бактериальных Культур на Формирование Вкусо-Ароматических Свойств Кислосливочного Масла. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и Аппараты Пищевых Производств»* **2014**, 4(22), с 21–30.

292. Боднарчук, О.В.; Єресько, Г.О.; Кігель, Н.Ф. (Інститут продовольчих ресурсів НААН). Спосіб одержання бактеріального препарату прямого внесення «КВМ-П» для кисловершкового масла. Патент України 109326, Серп 10, 2015.

293. Боднарчук, О.В.; Єресько, Г.О.; Кігель, Н.Ф.; Майборода, Ю.В.; Семенівська, О.А. (Інститут продовольчих ресурсів НААН). Спосіб Поточного Виробництва Кисловершкового Масла. Патент України 108580, Тра 12, 2015.
294. Єресько, Г.О.; Майборода, Ю.В.; Боднарчук, О.В.; Король, О.В.; Балюбаш, В.А.; Альошічев, С.Є. (Інститут продовольчих ресурсів НААН). Спосіб регулювання вмісту вологи в кисловершковому маслі та середях. Патент на корисну модель України 72792, Серп 27, 2012.
295. Єресько, Г.О.; **Боднарчук, О.В.**; Майборода, Ю.В.; Суховецький, О.Л. (Інститут продовольчих ресурсів НААН). Спосіб Виробництва Кисловершкового Масла. Патент на корисну модель України 87959, Лют 25, 2014.
296. Боднарчук, О.В. (Інститут продовольчих ресурсів НААН). Спосіб Виробництва Кисловершкового Масла. Патент на корисну модель України 120015, Вер, 10, 2019.
297. Боднарчук, О.В.; Кігель, Н.Ф.; Єресько, Г.О. Дослідження Впливу Способу Активізації Бакпрепарату у Виробництві Кисловершкового Масла. *Збірник Наукових Праць Ін-т Прод. Ресурсів НААН України, Продовольчі Ресурси* **2014**, 2, с 59–63.
298. Боднарчук, О.В.; Майборода, Ю.В.; Кігель, Н.Ф.; Єресько, Г.О. Деякі Технологічні Аспекти Виробництва Кисловершкового Масла. *Збірник Наукових Праць Ін-т Прод. Ресурсів НААН України, Продовольчі Ресурси* **2014**, 3, с 68–72.
299. Козак, М.В.; Наговська, В.О.; Гачак, Ю.Р.; Сливка, Н.Б.; Боднарчук, О.В. *Виробництво Масла та Спредів*, 2-е вид.; ЛНУВМБ імені С.З.Гжицького: Львів, 2015; с 200.
300. Боднарчук, О.В. Дослідження Властивостей Молочно-жирових Емульсій в Залежності від Дози Стабілізаційної Системи. В *Ресурсо- та Енергоощадні Технології Виробництва та Пакування Харчової Продукції - Основні Засади її Конкурентоздатності*, Матеріали VII Міжнародної Спеціалізованої Науково-Практичної Конференції, Київ, Україна, Вересень 13, 2018; Гавва О.М., Ред.; НУХТ, 2018; с 34.
301. Боднарчук, О.В. Вплив Композиційного Складу Заквашувальних Культур для Кисловершкового Спреду на їх Смако-ароматичні Речовини. В *Нові Ідеї в Харчовій Науці – Нові Продукти Харчовій Промисловості*, Матеріали міжнародної наукової

конференції, присвяченої 130-річчю Національного університету харчових технологій, Київ, Україна, Жовтень 13-16, 2014, Українець А.І., Ред.; НУХТ, 2014; с 698–699.

302. Боднарчук, О.В.; Філь, О.В. Дослідження Впливу Стабілізаторів Структури на Властивості Вершків як Основи для Низькожирних Маслоподібних Продуктів. В *Хімія та Сучасні Технології*, Матеріали Міжнародної Науково-технічної Конференції, Дніпро, Україна, Квітень 26-28, 2017, Сухий К.М., Ред.; ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», 2017; с 25.

303. Савчук, А.І. Боднарчук, О.В.; Король, О.В.; Кігель, Н.Ф. Відбір Культур для Кисловершкового Масла. В *«Біотехнологія XXI століття»*, Матеріали VI Всеукраїнської Науково-практичної Конференції, Київ, Україна, Квітень 5, 2012, Ред.; НТУУ «КПІ», 2012; с 106–107.

304. Савчук, А.І.; Кігель, Н.Ф.; **Боднарчук, О.В.**; Король, О.В. Особливості Функціонування Заквашувальної Мікрофлори під час Біологічного Визрівання Вершків для Виробництва Кисловершкового Масла. В *Молодь і поступ біології*, Матеріали VIII Міжнародної Наукової Конференції Студентів та Аспірантів, Львів, Україна, Квітень 3-6, 2012, Ред.; ЛНУ ім. І.Франка, 2012; с 146–147.

305. Мурашко, Н.О.; Боднарчук, О.В. Вплив Закваски на Органолептичні Властивості Кисловершкових Спредів. В *Біотехнологія XXI століття*, Матеріали X Всеукраїнської Науково-Практичної Конференції, Присвяченої 135-й Річниці від Дня Народження Олександра Флемінга, Київ, Україна, Квітень 22, 2016, Ред.; НТУУ «КПІ», 2016; с 55.

306. Мурашко, Н.О.; Боднарчук, О.В. Дослідження Ароматичних Властивостей Спредів. *«Біотехнологія XXI століття»*, В Матеріали X Всеукраїнської Науково-практичної Конференції «Біотехнологія XXI Століття», Присвяченої 135-й Річниці від Дня Народження Олександра Флемінга, Київ, Україна, Квітень 22, 2016, Ред.; НТУУ «КПІ», 2016; с 56.

307. Савчук, А.І.; Боднарчук, О.В.; Король, Е.В. Подбор Штаммов Лактобактерий для Исползования в Производстве Кислосливочного Масла. *Актуальные Проблемы Инфекционной Патологии и Биотехнологии*, Материалы V Всероссийской

Студенческой Научной Конференции, Ульяновск, Россия, Апрель 25-26, 2012, Ред.; Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия, 2012, с 123-126.

308. Боднарчук, О.В. Фізіологічні Аспекти Використання Замінників Молочного Жиру у Виробництві Емульсійних Продуктів. В *Наукові Здобутки Молоді – Вирішенню Проблем Харчування Людства у XXI Столітті*, 81 Міжнародна Наукова Конференція Молодих Учених, Аспірантів і Студентів, Київ, Україна, Квітень 23-24, 2015, Українець А.І., Ред.; НУХТ, 2015; с 331–332.

309. Боднарчук, О.В. Якість Кисловершкових Спредів, Виготовлених Методом Перетворення Жирової Суміші. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2016**, 18(65), с 26–32.

310. Боднарчук О.В. Особливості Формування Якісних Показників Заквасок для Кисловершкового Масла. *Вісник Аграрної Науки* **2013**, 11, с 51–54.

311. Кігель Н.Ф., Єресько Г.О., Боднарчук О.В. Властивості Кисловершкового Масла, Ароматизованого Внесенням Закваски в Пласт. *Продовольчі Ресурси* **2013**, 1, с 91–97.

312. **Боднарчук, О.В.;** Шульга, Н.М.; Кігель, Н.Ф. Деякі Аспекти Технології Бактеріальних Препаратів Прямого Внесення для Виробництва Сирів Швейцарської Групи. *Науковий Вісник Львівського Національного Університету Ветеринарної Медицини та Біотехнологій Імені С.З.Гжицького* **2004**, 6(5), с 190–194.

313. Hugenholtz, J.; Hunic, j.; Santos, H.; Smid, E. Netraceutical Production by Propionibacteria. *Le Lait* **2002**, 92(1), pp 102–112.

314. Романова, Л.В.; Кузьмина, О.Н.; Орлова, Л.А.; Михеева, Л.Д.; Гладкий, Н.Ф.; Ерош А.Ю. Рост и Стабильность Молочнокислых Бактерий в Зависимости от Составы Питательной Среды. *Микробные Биотехнологии* **2007**, с 242-246.

315. Коваленко, Н.К. Биотехнология Культивирования Молочнокислых Бактерий. *Молочна промисловість*. 2002, №2, с 24-25.

316. С.Б. Борунова, Н.Н. Фурик, Н.В. Дудко. Подбор Компонентов Составы Питательной Среды для Получения Бактериального Концентрата Болгарской палочки. *Пищевая промышленность: наука и технологии*. **2009**, 1(3), с 9-13.

317. Богданова, Л.Л.; Фурик, Н.Н.; Сафроненко, Л.В.; Дудко, Н.В. Моновидовые Бактериальные Концентраты *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus casei*. *Пищевая промышленность: наука и технологии*. **2009**. 1(3), с 29-34.
318. Ghaly A.E.; Tango, M.S.A.; Adams, M.A. Enhanced Lactic Acid Production from Cheese Whey with Nutrient Supplement Addition. *J.Sci. Research and Development* **2003**, 5, pp. 1-20.
319. Несчисляев, В.А.; Семченко, А.В.; Моховикова, В.Б.; Белова, И.В. Подготовка Бактериальных Культур к Сублимационному Высушиванию. *Фундаментальные исследования*. **2007**, 12, с 29-34.
320. Carvalno, A.S.; Silva, J.; Ho, P.; Teixeira, P.; Malcata, F.X.; Gibbs, P. Protective Effect of Sorbitol and Monosodium Glutamate During Storage of Freeze-Dried Lactic Acid Bacteria. *Lait* **2003**. 83(2), pp. 203-204.
321. Nanasombat S.; Sriwong, N. Improving Viability of Freeze-Dried Lactic Acid Bacteria Using Lyoprotectants in Combination With Osmotic and Cold Adaptation. *KMITL Sci. Tech. J* **2007**, 7 (1) pp 61-69.
322. Ямборко, Г.В.; Соловйова, І.Л. Ефективність Різних Способів Зберігання Промислових Штамів Бактерій Роду *Lactobacillus*. *Мікробіологія і біотехнологія* **2007**, 1 pp 53-59.
323. Малова, В.В.; Кігель, Н.Ф. Вплив Захисних Середовищ на Збереження Життєздатності та Ферментативної Активності Заквашувальних Культур для Простокваші. *Вісник аграрних наук* **2006**, 8. С 65-68.
324. Duan, Li; Huang, W-N.; Du, G-C. Study on Improvement of Cryopreservation of Lactic Acid Bacteria in Frosen- Freezing and Frosen-Storage. *Food Science* **2006**. 27(10) pp 151-154.
325. Романчук, И.О.; Насырова, Г.Ф.; Кигель, Н.Ф. Повышение Выживаемости Бактериальных Культур в Процессе Производства Лиофилизированных Препаратов *Вісник аграрної науки* **2002**, 10, с 63-65.
326. Holo, H.; Faye T.; Brade D. A. Bacteriocins of Propionic Bacteria. *Le Lait* **2002**, 82(1) pp 59–68.

327. Мусій, Л.Я.; Цісарик, О.Й. (Львівський Національний університет та біотехнологій ім. С.З. Гжицького). Спосіб Виготовлення Кисловершкового Масла З Пробіотичними властивостями. Патент на винахід України 94997, Гру 12, 2014.
328. Мусій, Л.Я.; Цісарик, О.Й. (Львівський Національний університет та біотехнологій ім. С.З. Гжицького). Спосіб Виготовлення Кисловершкового Масла З Функціональними властивостями. Патент на винахід України 95115, Гру 12, 2014.
329. Топал, О.И.; Борисова, Г.В. (Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина). Способ Получения Кислосливочного Масла. Патент Росії 2391844. Черв.20, 2010.
330. Топникова, Е.В.; Вышемирский, Ф. А.; Павлова, Т.А.; Перфильев, Г.Д.; Метевосян, Л.С.; Демичева, А.А.; Морина, Г.В. (Государственное Научное Учреждение Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Маслоделия и Сыроделия Россельхозакадемии). Способ Производства Кислосливочного Масла. Патент Росії 2009120876, Гру 10, 2010.

Додатки

Додаток А. Характеристика перспективних штамів

Додаток А1

Біотехнологічні та біохімічні властивості штамів молочно- та пропіоновокислих бактерій, відібраних до складу бактеріальних композицій

Штами	Чисельність, ,lg КУО/см ³		Аромато- утворювальна активність		Титрована кислотність, °С		Кількість молочної кислоти, %		Ефективна в'язкість за температури 15 °С та швидкості деформації, Па·с		МЗА, год
	у знежи реном у молоц і	У ПС	вміст діаце тилу, мг/10 0 г	вміст летких орг. кислот, мкв/100 г	на момент утворе ння згустку	границя	на момент утворе ння згустку	макси мальна	за 1 с ⁻¹	за 437,4 с ⁻¹	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
<i>L. diacetilactis</i> B-7329	8,18	8,80	0,374	333,0	88	112	0,79	1,01	0,66	0,02	20
<i>L. diacetilactis</i> B-7451	8,60	8,56	0,370	236,7	78	105	0,70	0,92	2,31	0,03	12,5
<i>L. diacetilactis</i> B-7452	8,34	8,73	0,590	316,6	75	100	0,67	0,92	2,31	0,03	13,0
<i>L. diacetilactis</i> B-7822	8,20	8,76	0,356	333,3	90	115	0,81	1,04	2,97	0,03	11,0
<i>L. diacetilactis</i> B-7823	8,60	8,70	0,367	389,0	90	107	0,81	0,99	1,81	0,02	11,0
<i>L. lactis</i> B-7325	8,45	8,77	0,251	233,3	90	110	0,81	1,01	2,37	0,04	9,4
<i>L. lactis</i> B-7326	8,00	8,76	0,333	286,3	90	109	0,99	0,99	1,48	0,03	8,0
<i>L. lactis</i> B-7327	8,00	8,18	0,221	200,0	86	115	0,78	1,04	2,08	0,03	8,0
<i>L. lactis</i> B-7824	8,62	8,80	0,161	133,3	86	118	0,78	1,06	3,56	0,04	8,5
<i>L. cremoris</i> B-7329	8,36	8,78	0,235	168	80	112	0,72	1,01	3,56	0,03	8,5
<i>S. thermophilus</i> B-7450	8,47	8,73	0,21	132	89	120	0,79	1,12	3,49	0,05	6,5
<i>L. bulgaricus</i> B-7453	8,23	8,47	0,15	183	125	288	1,06	2,45	3,26	0,06	7,0
<i>L. bulgaricus</i> 5x	8,20	8,60	0,14	162	112	310	1,01	2,92	2,17	0,05	5,5
<i>L. casei</i> B-7825	8,62	8,87	0,205	80	84	180	0,75	1,62	1,32	0,03	13,5
<i>P. freudenreichii</i> B7826	*не визначали	8,40	0,156	483							

Додаток Б. Результати перевірки безпечності штамів

Додаток Б1

СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Технологічний інститут молока та м'яса НААНУ, 02002, м. Київ.
(прізвище, ім'я, по батькові автора (авторів) і (або))

вул. М.Раскової, 4а. Автори: І.О.Карпінська, О.М.Рожанська, Кігель Н.Ф.
повна назва організації-депозитора та їх адреса

Цим підтверджується, що штамп мікроорганізму: _____
(назва і позначення)

Lactococcus lactis subsp. diacetylactis 1353

(номер, символ тощо), надане штаму мікроорганізму депозитором)

первісно депонований в:

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України
(повна назва Депозитарію)

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Lactococcus lactis subsp. diacetylactis IMB B-7329

Супроводжувальна документація від депозитора одержана:

Паспорт

(паспорт, довідка про непатогенність)

Дата первісного депонування: 3 грудня 2010 року

Директор Інституту мікробіології
і вірусології НАН України



Адреса: ГСП Д03680, Київ, вул.Заболотного, 154
www.imv.kiev.ua;
Golovach@serv.imv.kiev.ua

3 грудня 2010 року

СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Інститут продовольчих ресурсів НААН України. Адреса: 02002,
(прізвище, ім'я, по батькові автора (авторів) і(або)

м. Київ, вул. М.Раскової, 4а. Автори: Боднарчук О.В., Кігель Н.Ф.
повна назва організації-депозитора та їх адреса

Цим підтверджується, що штаму мікроорганізму: _____
(назва і позначення)

Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis 1330

(номер, символ тощо), надане штаму мікроорганізму депозитором)

первісно депонований в:

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України
(повна назва Депозитарію)

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis IMB B-7451

Супроводжувальна документація від депозитора одержана:

Паспорт штаму, договір 112-2013,

(паспорт, довідка про непатогенність)

Дата первісного депонування: 29 листопада 2013 року

Директор Інституту мікробіології
і вірусології НАН України

Михайло



Адреса: ГСП Д03680, Київ, вул.Заболотного, 154
www.imv.kiev.ua;
Golovach@serv.imv.kiev.ua

29 листопада 2013 року

Г.К.

СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Інститут продовольчих ресурсів НААН України. Адреса: 02002,
(прізвище, ім'я, по батькові автора (авторів) і (або))

м. Київ, вул. М.Раскової, 4а. Автори: Боднарчук О.В., Кігель Н.Ф.
повна назва організації-депозитора та їх адреса

Цим підтверджується, що штам мікроорганізму: _____
(назва і позначення)

Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis 1331
(номер, символ тощо), надане штаму мікроорганізму депозитором)

первісно депонований в:

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України
(повна назва Депозитарію)

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis IMB B-7452

Супроводжувальна документація від депозитора одержана:

Паспорт штаму, договір 112-2013,
(паспорт, довідка про непатогенність)

Дата первісного депонування: **29 листопада 2013 року**

Директор Інституту мікробіології
і вірусології НАН України

Головач



Адреса: ГСП Д03680, Київ, вул. Заболотного, 154
www.imv.kiev.ua;
Golovach@serv.imv.kiev.ua

29 листопада 2013 року

fl

СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Бондарчук О.В.
Інституту продовольчих ресурсів НААН
Поштова адреса м. Київ, 02002, вул. Є.Сверстюка, 4а

Цим підтверджується, що штаб мікроорганізму:

Lactococcus lactis subsp. lactis bv.diacetilactis 1335

первісно депонований в :

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Lactococcus lactis subsp. lactis bv.diacetilactis IMB B-7822

Супроводжувальна документація від депозитара одержана:

паспорт, договір 53-2019

Дата первісного депонування: **06.06.2019**

Директор Інституту
мікробіології
і вірусології НАН України



05.06.2019

Адреса: 03143, Київ, вул. Заболотного, 154

www.imv.kiev.ua

Golovacht@ukr.net



СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Бондарчук О.В.
Інституту продовольчих ресурсів НААН
Поштова адреса м. Київ, 02002, вул. Є.Сверстюка, 4а

Цим підтверджується, що штаму мікроорганізму:

Lactococcus lactis subsp. lactis bv.diacetilactis 1336

первісно депонований в :

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Lactococcus lactis subsp. lactis bv.diacetilactis IMB B-7823

Супроводжувальна документація від депозитара одержана:

паспорт, договір 53-2019

Дата первісного депонування: **06.06.2019**

Директор Інституту
мікробіології
і вірусології НАН України



В.С. Підгорський



Адреса: 03143, Київ, вул. Заболотного, 154

www.imv.kiev.ua

Golovacht@ukr.net



СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Сому видано: Технологічний інститут молока та м'яса НААНУ, 02002, м. Київ.
(прізвище, ім'я, по батькові автора (авторів) і(або)

вул. М.Раскової, 4а. Автори: І.О.Карпінська, О.М.Рожанська, Кігель Н.Ф.
повна назва організації-депозитора та їх адреса

Цим підтверджується, що штамп мікроорганізму: _____
(назва і позначення)

Lactococcus lactis subsp. cremoris 1232

(номер, символ тощо), надане штаму мікроорганізму депозитором)

первісно депонований в:

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України
(повна назва Депозитарію)

єстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Lactococcus lactis subsp. cremoris IMB B-7328

упроводжувальна документація від депозитора одержана:

Паспорт

(паспорт, довідка про непатогенність)

ата первісного депонування: **3 грудня 2010 року**

Директор Інституту мікробіології
і вірусології НАН України



адреса: ГСП Д03680, Київ, вул.Заболотного, 154
www.imv.kiev.ua;
olovach@serv.imv.kiev.ua

3 грудня 2010 року

СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Інститут продовольчих ресурсів НААН України. Адреса: 02002,
(прізвище, ім'я, по батькові автора (авторів) і/або)

м. Київ, вул. М.Раскової, 4а. Автори: Боднарчук О.В., Кігель Н.Ф.
повна назва організації-депозитора та їх адреса

Цим підтверджується, що штаму мікроорганізму: _____
(назва і позначення)

Streptococcus thermophilus 2181

(номер, символ тощо), надане штаму мікроорганізму депозитором)

первісно депонований в:

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України
(повна назва Депозитарію)

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Streptococcus thermophilus IMB B-7450

Супроводжувальна документація від депозитора одержана:

Паспорт штаму, договір 112-2013, висновок щодо дослідження вірулентності
(паспорт, довідка про непатогенність)

Дата первісного депонування: 29 листопада 2013 року

Директор Інституту мікробіології
і вірусології НАН України

В.С. Пятковський
М.П.



Адреса: ГСП Д03680, Київ, вул. Заболотного, 154
www.imv.kiev.ua;
Golovach@serv.imv.kiev.ua

29 листопада 2013 року

tk

СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Інститут продовольчих ресурсів НААН України. Адреса: 02002,
(прізвище, ім'я, по батькові автора (авторів) і(або)

м. Київ, вул. М.Раскової, 4а. Автори: Боднарчук О.В., Кігель Н.Ф.
повна назва організації-депозитора та їх адреса

Цим підтверджується, що штам мікроорганізму: _____
(назва і позначення

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus 3509

(номер, символ тощо), надане штаму мікроорганізму депозитором)

первісно депонований в:

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України
(повна назва Депозитарію)

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus IMB B-7453

Супроводжувальна документація від депозитора одержана:

Паспорт штаму, договір 112-2013,
(паспорт, довідка про непатогенність)

Дата первісного депонування: **29 листопада 2013 року**

Директор Інституту мікробіології
і вірусології НАН України

Головач



Адреса: ГСП Д03680, Київ, вул. Заболотного, 154
www.imv.kiev.ua;
Golovach@serv.imv.kiev.ua

29 листопада 2013 року

SL

СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Бондарчук О.В.
Інституту продовольчих ресурсів НААН
Поштова адреса м. Київ, 02002, вул. Є.Сверстюка, 4а

Цим підтверджується, що штаму мікроорганізму:

Lactobacillus casei 3334

первісно депонований в :

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Lactobacillus casei IMB B-7825

Супроводжувальна документація від депозитара одержана:

паспорт, договір 53-2019

Дата первісного депонування: 06.06.2019

Директор Інституту
мікробіології
і вірусології НАН України



В.С. Підгорський



05.06.2019

Адреса: 03143, Київ, вул. Заболотного, 154

www.imv.kiev.ua

Golovacht@ukr.net



СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Бондарчук О.В.
Інституту продовольчих ресурсів НААН
Поштова адреса м. Київ, 02002, вул. Є.Сверстюка, 4а

Цим підтверджується, що штам мікроорганізму:

Propionibacterium freudenreichii subsp. Freudenreichii 5105

первісно депонований в :

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Propionibacterium freudenreichii subsp. Freudenreichii IMB B-7826

Супроводжувальна документація від депозитара одержана:

паспорт, висновок про непатогенність, договір 53-2019

Дата первісного депонування: **06.06.2019**

Директор Інституту
мікробіології
і вірусології НАН України



Адреса: 03143, Київ, вул. Заболотного, 154

www.imv.kiev.ua;

Golovacht@ukr.net

05.06.2019



СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Технологічний інститут молока та м'яса НААНУ, 02002, м. Київ.
(прізвище, ім'я, по батькові автора (авторів) і (або))

вул. М.Раскової, 4а. Автори: І.О.Карпінська, О.М.Рожанська, Кігель Н.Ф.
повна назва організації-депозитора та їх адреса

Цим підтверджується, що штаму мікроорганізму: _____
(назва і позначення)

Lactococcus lactis subsp. lactis 1160

(номер, символ тощо), надане штаму мікроорганізму депозитором)

первісно депонований в:

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України
(повна назва Депозитарію)

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Lactococcus lactis subsp. lactis IMB B-7325

Супроводжувальна документація від депозитора одержана:

Паспорт

(паспорт, довідка про непатогенність)

Дата первісного депонування: **3 грудня 2010 року**

Директор Інституту мікробіології
і вірусології НАН України

В.С.Підгорський



Адреса: ГСП Д03680, Київ, вул.Заболотного, 154
www.imv.kiev.ua
Golovach@serv.imv.kiev.ua

СВІДОЦТВО

про первісне депонування штаму мікроорганізму в
Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології
НАН України

Кому видано: Технологічний інститут молока та м'яса НААНУ, 02002, м. Київ,
(прізвище, ім'я, по батькові автора (авторів) і(або))

вул. М.Раскової, 4а. Автори: І.О.Карпінська, О.М.Рожанська, Кігель Н.Ф.
повна назва організації-депозитора та їх адреса

Цим підтверджується, що штаму мікроорганізму: _____
(назва і позначення)

Lactococcus lactis subsp. lactis 1161

(номер, символ тощо), надане штаму мікроорганізму депозитором)

первісно депонований в:

Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України
(повна назва Депозитарію)

Реєстраційний номер, наданий штаму мікроорганізму Депозитарієм:

Lactococcus lactis subsp. lactis IMB B-7326

Супроводжувальна документація від депозитора одержана:

Паспорт

(паспорт, довідка про непатогенність)

Дата первісного депонування: 3 грудня 2010 року

Директор Інституту мікробіології
і вірусології НАН України



Адреса: ГСП Д03680, Київ, вул.Заболотного, 154
www.imv.kiev.ua
Golovach@serv.imv.kiev.ua

ЗАТВЕРДЖУЮДиректор Інституту мікробіології
і вірусології НАН України

В.С. Підгорський

10 грудня 2013 р.

В И С Н О В К

щодо дослідження вірулентності штамів *Streptococcus thermophilus* 2174 і *S. thermophilus* 2181 на моделі білих мишей з метою депонування культур

Штами *Streptococcus thermophilus* 2174 та *S. thermophilus* 2181 надано для випробувань Інститутом продовольчих ресурсів НААНУ згідно угоди № 112-2013.

Досліджуваний рід *Streptococcus* включено до переліку небезпечних біологічних об'єктів, які можуть інфікувати людей і тварин або бути для них токсичними чи алергічними чинниками [1, 2, 3, 6]. Він відноситься до групи 2 класифікації Всесвітньої організації охорони здоров'я і Європейського Союзу [2, 3] та групи 4 класифікації Міністерства охорони здоров'я України, що діє на даний час [1, 6]. У переліку безпосередньо види роду *Streptococcus* не наведені, хоча відомо про патогенну дію різних видів цього роду, що вказує на необхідність диференційованого підходу до кожного виду та штаму мікроорганізмів.

Рівень патогенності мікроорганізму базується на встановленні у гострих та хронічних дослідів ряду токсико-гігієнічних показників: вірулентності, токсичності, токсигенності, алергенності, дисбіотичної дії та ін. З метою депонування даних штамів досліджували один із показників патогенності – вірулентність активних життєздатних клітин стрептококів у гострих дослідів з використанням лабораторних статевозрілих білих мишей. Для цього використовували зав'язь живих клітин у фізіологічному розчині керуючись [4, 5, 7, 8].

Досліджували патогенні властивості штамів з використанням безпородних білих мишей вагою 18 - 20 г шляхом введення суспензій клітин перорально через зонд та внутрішньочеревинно в ін'єкціях. Нагляд за тваринами, які були адаптовані 15 діб до умов утримання, проводили щоденно протягом 15 днів після ін'єкцій [9].

Визначали вірулентність суспензії активних клітин, отриманих при культивуванні штамів протягом 24 годин при температурі 37 ± 1 °C на бульйоні з гідролізованим молоком. Клітини відділяли від середовища з допомогою фугування при 3000 об/хв. протягом 30 хвилин. Суспензію готували на стерильному фізіологічному розчині, концентрацію клітин визначали за допомогою оптичного стандарту мутності. Зав'язь клітин вводили перорально через зонд та внутрішньочеревинно в ін'єкціях. Паралельно встановлювали інвазивність штамів по спроможності клітин проникати всередину тканин органів

тварин та здатності розвиватися у них після перорального зараження. Через 15 діб після зараження проводили вимушений забій лабораторних білих мишей, макроскопічні дослідження внутрішніх органів тварин, висіви зразків тканин на живильне середовище МРС-агар та гідролізний агар для виявлення ретрокультур.

В період спостереження після вводу суспензії живих клітин бактерій (перорально чи внутрішньочеревинно) всі тварини були активними, добре поїдали корм, фізіологічні відправлення у них не порушувались, поведінкові реакції були звичайними, змін з боку хутряного покриву не помічено. Клінічних ознак токсикозу не відмічено. Була відсутня достовірна різниця в масі тіла дослідних і контрольних тварин, а також в загальному стані та поведінці.

Мікробіологічні дослідження внутрішніх органів дослідних тварин через 15 діб після початку дослідження показали, що дані штами не інфективні, не дисемінують і не розмножуються в організмі теплокровних. Пероральне та внутрішньочеревне введення суспензії живих клітин культур не спричиняло інвазії бактерій у внутрішні органи тварин.

Таблиця 1. Результати дослідження вірулентності штамів *Streptococcus thermophilus* 2174 та *S. thermophilus* 2181*

Матеріал для введення	Кількість мишей	Доза		Шлях введення	Курс введення	Кількість мишей		
						Захворіло	Загинуло	Вижило
	штук	мл	млрд. клітин		діб	штук	штук	штук
<u>Дослід:</u>								
Суспензія активних 24-годинних клітин штаму 2174	7	0,5	5,0	в/ч	1	0	0	7
	7	0,5	16,0	per os	1	0	0	7
Суспензія активних 24-годинних клітин штаму 2181	7	0,5	5,0	в/ч	1	0	0	7
	7	0,5	16,0	per os	1	0	0	7
<u>Контроль:</u>								
Фізіологічний розчин	7	0,5	0	в/ч	1	0	0	7
- // -	7	0,5	0	per os	1	0	0	7

*Примітка: в/ч - внутрішньочеревинні ін'єкції, per os - введення в шлунок з допомогою зонда.

Отримані результати свідчать про авірулентність *Streptococcus thermophilus* 2174 та *S. thermophilus* 2181 для досліджених теплокровних тварин ($LD_{50 \text{ в/ч}} > 5 \times 10^9$, $LD_{50 \text{ per os}} > 16,0 \times 10^9$ клітин/мишу). Не відмічено випадків загибелі мишей при введенні суспензії клітин бактерій (таблиця 1).

Всі миші і контрольні в тому числі, які залишились живими після закінчення терміну спостережень, були вбиті, проведено їх розтин і дослідження внутрішніх органів. Відсутність інфекційної патології і ознак ураження дослідних тварин було підтверджено при макроскопічному вивченні внутрішніх органів. Результати розтину показали:

- серце звичайної форми і розміру;
- легені в об'ємі не збільшені, долі легко відокремлюються одне від одного, поверхні гладенькі, спайок не відмічено;
- шлунок, петлі тонкого і товстого кишечника зовні є звичайними, на розрізі малюнок слизової незмінений;
- печінка темно-червоного кольору, нормальної консистенції, середнього кровонаповнення, не збільшена, поверхні гладенька;
- нирки звичайних розмірів і форми, поверхні гладенькі, на розрізі чіткий малюнок коркової і мозкової речовини;
- селезінка не збільшена, консистенція туга, на розрізі пульпа помірно повнокровна і темного кольору.

Таким чином, штами *Streptococcus thermophilus* 2174 та *S. thermophilus* 2181 згідно отриманих результатів дослідження вірулентних властивостей клітин та відповідних нормативних матеріалів належать до групи авірулентних мікроорганізмів [4, 5, 7, 8], не здатних до інвазії у внутрішні органи теплокровних тварин – білих мишей.

Дослідження проведені для депонування культур як первинна санітарно-гігієнічна оцінка штаму без вивчення рівнів токсичності, токсигенності, імунотоксичності, дисбіотичної та хронічної дії.

Література

1. Безпека роботи з мікроорганізмами I-II груп патогенності. Державні санітарні правила МОЗ України, ДСП 9.9.5.035.99.
2. Директива 90/679 Ради Європейської економічної співдружності.
3. Категорії біологічних агентів у відповідності до небезпеки та категорії контамінації. ВООЗ, Консультативний комітет небезпеки патогенів, видання 4-ге, 1995.
4. Методические указания по гигиенической оценке микробных средств защиты растений от насекомых и болезней на основе неспорообразующих микроорганизмов. Киев, 1982.
5. Методические указания по экспериментальному обоснованию ПДК микроорганизмов-продуцентов и содержащих их готовых форм препаратов в объектах производственной и окружающей среды М., 1991.
6. Положение о порядке учета, хранения, обращения, отпуска и пересылки культур бактерий, вирусов, риккетий, грибов, простейших, микоплазм, бактериальных токсинов, ядов биологического происхождения. МЗ СССР, 1980.
7. Постановка исследований для обоснования предельно-допустимых концентраций производственных штаммов микроорганизмов и на их основе готовых форм препаратов в воздухе рабочей зоны. Методические указания. М., 1983.
8. Медико-біологічні дослідження виробничих штамів мікроорганізмів і токсико-гігієнічна оцінка мікробних препаратів, визначення їх безпеки та обґрунтування гігієнічних нормативів і регламентів. Методичні вказівки МОЗ України. Київ, 2004.
9. Кожемякин Ю.М., Хромов О.С., Філоненко М.А., Сайфетдінова Г.А. Науково-практичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та роботи з ними. МОЗУ, Фармкомітет. Київ-2002. 156 С.

Старший науковий співробітник, к.б.н.

Інженер

Т.М.Головач

Л.І.Грома

10. грудня 2013

В-7826



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту мікробіології
і вірусології НАН УкраїниВ.С.Підгорський
— червня 2019 р.**В И С Н О В О К**

щодо дослідження вірулентності штаму *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* 5105 на моделі білих мишей

Штам *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* 5105 надано для випробувань Інституту продовольчих ресурсів НААН згідно угоди № 53-2019 від 23.04.2019.

Досліджуваний вид *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* не включено до переліку небезпечних біологічних об'єктів, які можуть інфікувати людей і тварин або бути для них токсичними чи алергічними чинниками [1, 2, 5]. Він відноситься до групи 1 класифікації Всесвітньої організації охорони здоров'я і Європейського Союзу [1, 2] та групи безпечних мікроорганізмів класифікації Міністерства охорони здоров'я України, що діє на даний час [5]. Відомо про патогенну дію окремих штамів цього роду, що вказує на необхідність диференційованого підходу до кожного мікроорганізму цього роду. Щоб підтвердити відсутність патогенної дії даного штаму на теплокровні лабораторні тварини досліджували один із показників патогенності – вірулентність активних життєздатних клітин бактерій. Для цього використовували завязь живих клітин у фізіологічному розчині керуючись [3, 4, 6, 7].

Досліджували патогенні властивості штаму з використанням безпородних білих мишей вагою 18 - 20 г шляхом введення суспензій клітин перорально через зонд та внутрішньочеревинно в ін'єкціях. Нагляд за тваринами, які були адаптовані 15 діб до умов утримання, проводили щоденно протягом 15 днів після ін'єкцій [8].

Визначали вірулентність суспензії активних клітин, отриманих при культивуванні штаму протягом 72 годин при температурі 37 ± 1 °C на лактатному бульйоні. Клітини відділяли від середовища з допомогою фугування при 3000 об/хв. протягом 30 хвилин. Суспензію готували на стерильному фізіологічному розчині, концентрацію клітин визначали за допомогою оптичного стандарту мутності. Суспензію клітин вводили перорально через зонд та внутрішньочеревинно в ін'єкціях. Паралельно встановлювали інвазивність штаму по спроможності клітин проникати всередину тканин органів тварин та здатності зберігатися у них після перорального зараження. Через 15 діб після зараження проводили вимушений забій лабораторних мишей дислокацією шийних хребців [9], макроскопічні дослідження внутрішніх органів тварин та висіви зразків тканин на живильне середовище для виявлення ретрокультур.

В період спостереження після вводу суспензії живих клітин бактерій (перорально чи внутрішньочеревинно) всі тварини були активними, добре поїдали корм, фізіологічні відправлення у них не порушувались, поведінкові

продовження додаток В2

реакції були звичайними, змін з боку хутряного покриву не помічено. Клінічних ознак токсикозу не відмічено. Була відсутня достовірна різниця в масі тіла дослідних і контрольних тварин, а також в загальному стані та поведінці.

Пероральне та внутрішньочеревне введення суспензії живих клітин культури у дозах 2 та 14 млрд. не спричиняло дисемінації і інвазії бактерій у внутрішні органи тварин. Ретрокультури не виявлені.

Таблиця. Результати дослідження вірулентності штаму
Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii 5105 *

Матеріал для введення	Кількість мишей	Доза		Шлях введення	Курс введення	Кількість мишей		
		штук	мл			Захворіло	Загибло	Вижило
			млрд. клітин		діб	штук	штук	штук
Дослід:								
Суспензія активних 72-годинних клітин	7	0,5	2,0	в/ч	1	0	0	7
	7	0,5	14,0	per os	1	0	0	7
Контроль:								
Фізіологічний розчин	7	0,5	0	в/ч	1	0	0	7
	7	0,5	0	per os	1	0	0	7

*Примітка: в/ч - внутрішньочеревинні ін'єкції, per os - введення в шлунок з допомогою зонда.

Отримані результати свідчать про авірулентність *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* 5105 для досліджених теплокровних тварин ($LD_{50 \text{ в/ч}} > 2 \times 10^9$, $LD_{50 \text{ per os}} > 14 \times 10^9$ клітин/мишу). Не відмічено випадків загибелі мишей при введенні суспензії клітин бактерій при пероральному чи внутрішньочеревинному введенні (таблиця).

Всі миші і контрольні в тому числі, які залишились живими після закінчення терміну спостережень, були вбиті, проведено їх розтин і дослідження внутрішніх органів. Відсутність інфекційної патології і ознак ураження дослідних тварин було підтверджено при макроскопічному вивченні внутрішніх органів. Результати розтину показали:

- * - серце звичайної форми і розміру;
- * - легені в об'ємі не збільшені, долі легко відокремлюються одне від одного, поверхні гладенькі, спаян не відмічено;
- * - шлунок, петлі тонкого і товстого кишечника зовні є звичайними, на розрізі малюнок слизової незмінений;
- * - печінка темно-червоного кольору, нормальної консистенції, середнього кровонаповнення, не збільшена, поверхня гладенька;
- * - нирки звичайних розмірів і форми, поверхні гладенькі, на розрізі чіткий малюнок коркової і мозкової речовини;

* - селезінка не збільшена, консистенція туга, на розрізі пульпа помірно повнокровна і темного кольору.

Таким чином, культура *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii* 5105 згідно отриманих результатів дослідження та відповідних нормативних матеріалів належать до групи авірулентних мікроорганізмів [3, 4, 6, 7], не здатних до інвазії у внутрішні органи досліджених теплокровних тварин. Згідно даних щодо відсутності вірулентності, без урахування рівнів токсичності, токсигенності, алергенності, дисбіотичної та хронічної дії, штам є непатогенним і по ступені небезпеки мікроорганізмів відноситься до 4-го класу: "малонебезпечних, практично без алергенної та загальнотоксичної дії" [7]. Заключення видано для депонування культури бактерій.

Література

1. Директива 90/679 Ради Європейської економічної співдружності.
2. Категорії біологічних агентів у відповідності до безпеки та категорії контамінації. ВООЗ, Консультативний комітет безпеки патогенів, видання 4-те, 1995.
3. Методические указания по гигиенической оценке микробных средств защиты растений от насекомых и болезней на основе неспорообразующих микроорганизмов. Киев, 1982.
4. Методические указания по экспериментальному обоснованию ПДК микроорганизмов-продуцентов и содержащих их готовых форм препаратов в объектах производственной и окружающей среды М., 1991.
5. Положение о порядке учета, хранения, обращения, отпуска и пересылки культур бактерий, вирусов, риккетсий, грибов, простейших, микоплазм, бактериальных токсинов, ядов биологического происхождения. МЗ СССР, 1980.
6. Постановка исследований для обоснования предельно-допустимых концентраций производственных штаммов микроорганизмов и на их основе готовых форм препаратов в воздухе рабочей зоны. Методические указания. М., 1983.
7. Медико-біологічні дослідження виробничих штамів мікроорганізмів і токсикоз-гігієнічна оцінка мікробних препаратів, визначення їх безпеки та обґрунтування гігієнічних нормативів і регламентів. Методичні вказівки МОЗ України. Київ, 2004.
8. Кожемякин Ю.М., Хромов О.С., Філоненко М.А., Сайфетдінова Г.А. Науково-практичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та роботи з ними. МОЗУ, Фармкомітет. Київ-2002. 156 С.
9. Рыбакова А.В., Макарова М.Н. Методы эвтаназии лабораторных животных в соответствии с Европейской Директивой 2010/63 - Международный вестник ветеринарии, № 2, 2015г. С. 96-107.

Старший науковий співробітник, к.б.н.
Інженер

 Т.М.Головач
Л.І.Грома
6 червня 2019 р.

Додаток Г. Нормативна документація

Додаток Г1

ДКПП 15.51.52.521

УКНД 67.100.10

ЗАРЕЄСТРОВАНО

ПОГОДЖЕНОПерший заступник головного
державного санітарного лікаря України**ЗАТВЕРДЖУЮ**Директор Технологічного інституту
молока та м'яса НААНУВисновок Державної санітарно-
епідеміологічної експертизи

№ 05.03.02-06/89597 від 19.11.2010р.

**КУЛЬТУРИ ЗАКВАШУВАЛЬНІ ДЛЯ КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА****ТЕХНІЧНІ УМОВИ**

ТУ У 15.5-00419880-104-2010

(Уперше)

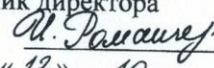
Дата надання чинності 30.12.2010

Чинний до 30.12.2015

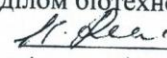
РОЗРОБЛЕНО:

Технологічний інститут молока та м'яса НААНУ

Заступник директора


 І.О. Романчук
 «12» 10 2010 р.

Зав. відділом біотехнології


 Н.Ф. Кігель
 «12» 10 2010 р.

Державний комітет України з питань технічного
регулювання та споживчої політики
(Держспоживстандарт України)
Державне підприємство
Всеукраїнський державний науково-виробничий
центр стандартизації, метрології, сертифікації
та захисту прав споживачів
(Укрметртестстандарт)
Ідентифікаційний код 02568182

ЗАРЕЄСТРОВАНО "30" 12 2010 р.
В книзі обліку за № 02568182/0362371

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ

ДКПП 15.84.52.52/

УКНД 67.100.10

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
Державне підприємство
«Всеукраїнський державний науково-виробничий центр
стандартизації, метрології, сертифікації
та захисту прав споживачів»
ДП «Укометрестандарт»
Ідентифікаційний код 02568182
ПЕРЕВІРЕНО
на відповідність законодавству України
«08» 09 2014 р.
Внесено до книги обліку за № 02568182/01



ПОГОДЖЕНО
Перший заступник головного
державного санітарного лікаря України

Висновок Державної санітарно-
епідеміологічної експертизи
№ 05.03.02-06/100614
від 05.11.2013 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту
продовольчих ресурсів НААН

М.П.Сичевський
2013 р.



ЗМІНА № 1
ТУ У 15.5-00419880-104:2010
КУЛЬТУРИ ЗАКВАШУВАЛЬНІ ДЛЯ КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА.

Дата надання чинності 08.09.2014р.

РОЗРОБЛЕНО:

Інститут продовольчих ресурсів НААН

Заступник директора
Л.М.Хомічак
26 вересня 2013 р.

Зав. відділом біотехнології
Н.Ф.Кігель
26 вересня 2013 р.

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ

ДКПП 10.89.19

УКНД 67.100.10

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту
продовольчих ресурсів НААН

М.П. Сичевський

« 4 » _____ 2015 р.

ЗМІНА №2

ТУ У 15.5-004:19880-104:2010

КУЛЬТУРИ ЗАКВАШУВАЛЬНІ ДЛЯ КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА

Дата надання чинності 4.11.2015
(рік, місяць, число)

РОЗРОБЛЕНО:

Інститутом продовольчих ресурсів НААН

Заступник директора
Л.М. Хомічак
4.11. 2015 р.

Зав. відділом біотехнології

С.Г. Даниленко
4.11. 2015 р.

2015

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ**

ЗАТВЕРДЖЕНО



Директор

Інституту продовольчих ресурсів

Сичевський М.П.

Сичевський 2018 р.

**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
З ВИРОБНИЦТВА КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА
МЕТОДОМ ЗБИВАННЯ
ДО ДСТУ 4399:2005 «МАСЛО ВЕРШКОВЕ. ТЕХНІЧНІ УМОВИ»**

Вводиться вперше

Чинна 25.04.2018
(рік, місяць, число)

Київ – 2018

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ



ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор

Інституту продовольчих ресурсів

Сичевський М.П.

Числом 2013р.

**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
ПОТОЧНОГО ВИРОБНИЦТВА КИСЛОВЕРШКОВОГО
МАСЛА МЕТОДОМ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВИСОКОЖИРНИХ ВЕРШКІВ
ДО ДСТУ 4399:2005**

Вводяться вперше

Чинна 26 грудня 2013р.
(рік, місяць, число)

РОЗРОБЛЕНО

співробітниками лабораторії
маслобобства Інституту продовольчих
ресурсів

Завідувач лабораторії маслобобства, к.т.н.

Майборода Ю.В. Майборода

„24” 12 2013р

Головний науковий співробітник, д.т.н.

Єреско Г.О. Єреско

„25” 12 2013р

Старший науковий співробітник, к.т.н.

Боднарчук О.В. Боднарчук

„25” грудня 2013р

Київ – 2013

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту
продовольчих ресурсів НААН


М.П. Сичевський
«17» грудня 2015 р.



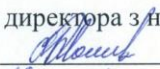
ЗМІНА №1

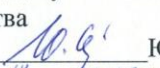
**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ ПО ВИРОБНИЦТВУ СПРЕДІВ
МЕТОДОМ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЖИРОВОЇ СУМІШІ
У ВІДПОВІДНОСТІ З ДСТУ 4445:2005**

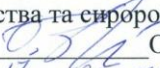
Чинна 17.12.2015
(рік, місяць, число)

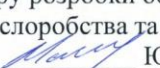
РОЗРОБЛЕНО:


Інститутом продовольчих ресурсів НААН

Заступник директора з наукової роботи
 Л.М. Хомічак
«16» грудня 2015 р.

Зав. відділу маслоробства і
сироробства
 Ю.Т. Орлюк
«17» грудня 2015 р.

Зав. технологічної лабораторії
маслоробства та сироробства
 О.В. Боднарчук
«17» грудня 2015 р.

Зав. сектору розробки обладнання
відділу маслоробства та сироробства
 Ю.В. Майборода
«17» грудня 2015 р.

Головний науковий співробітник
 Г.О. Єресько
«17» грудня 2015 р.

ДКПП 10.51.30-30.00


УКНД 67.100.20

ЗАТВЕРДЖУЮДиректор Інституту продовольчих
ресурсів НААНМ.П. Сичевський
12.06. 2018р.**ПАСТИ КИСЛОВЕРШКОВІ**

ТЕХНІЧНІ УМОВИ

ТУ У 10.5-00419880-142:2018

(Уперше)

Дата надання чинності 12.06. 2018р.Чинні до 12. 06. 2023р.**РОЗРОБЛЕНО**Інститутом продовольчих
ресурсів НААНЗаст. директора з зовнішніх зв'язків та
інформаційного забезпечення К.В. Копилова
2018.06.09

Завідувач відділу молочних продуктів

 Ю.Т. Орлюк
2018.06.08Заст. завідувача відділу молочних
продуктів Ю.В. Майборода
2018.06.08Провідний науковий співробітник
лабораторії маслоробства О.В. Боднарчук
2018.06.08

2018

ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ НААН



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту продоволь-
чих ресурсів НААНМ.П. Сичевський
12.06. 2018р.

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

З ВИРОБНИЦТВА ПАСТ КИСЛОВЕРШКОВИХ

ДО ТУ У 10.5-00419880-142:2018

ТІ ТУ У 10.5-00419880-142:2018

Чинна до 12.06. 2023р.

РОЗРОБЛЕНО

Інститутом продовольчих
ресурсів НААНЗаст. директора з зовнішніх зв'язків та
інформаційного забезпеченняК.В. Копилова
2018.06.09

Завідувач відділу молочних продуктів

Ю.Т. Орлюк
2018.06.08

Заст. завідувача відділу молочних продуктів

Ю.В. Майборода
2018.06.08Провідний науковий співробітник
лабораторії маслоробстваО.В. Боднарчук
2018.06.08

2018

Додаток Д. Документи, що підтверджують впровадження
бактеріальних препаратів «КВМ-С1», «КВМ-П», «КВС-П»

Додаток Д1



ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ДДП ІПР
Годовіченко О.Г.
24 травня 2013 р

про вироблення бактеріального препарату «КВМ-П»
(ТУ У 15.5-00419880-104-2010)

для виробництва кисловершкового масла

Цей акт складено стосовно того, що на ДДП ІПР 22.05.2013 р. було вироблено 1 партію сухого бактеріального препарату «КВМ-П». За цей період було вироблено 1000 г бакпрепарату.

У ході технологічного процесу було дотримано таких режимів та параметрів.

Середовищем для нагромадження біомаси молочнокислих бактерій бакпрепарату було відновлене сухе знежирене молоко, білки якого гідролізовані протосубтиліном, з додаванням дріжджового автолізу (0,5%), пептону (0,5%), лактози (0,7%), глюкози (1,6%), кислоти аскорбінової (0,05%), натрію лимоннокислого тризаміщеного (0,3%), натрію оцтовокислого однозаміщеного (0,7%), твіну-80 (0,15%), марганцю сірчанокислого 5-водного (0,02%), магнію сірчанокислого 7-водного (0,02%). Проводили спільне культивування штамів лактобактерій *L. diacetylactis* IMB B-7451 і *IMB B-7452*, *S. thermophilus* IMB B-7450 та *L. bulgaricus* IMB B-7453 у співвідношенні 1,5:1,5:0,8:1,2 впродовж 12-14 год за температури $(33 \pm 1)^\circ\text{C}$. При цьому кількість інокуляту становила 7% від об'єму ростового середовища. Нарощування біомаси проводили за періодичної нейтралізації виробничого середовища 25%-ним розчином аміаку до активної кислотності $(6,7 \pm 0,1)$ од. рН. Відокремлену бактеріальну масу змішували у співвідношенні 1:2 зі стерильним захисним середовищем, до складу якого входили 25% сахарози, 2,5% желатину та 1% знежиреного молока. Заморожування суспензії здійснювали за температури мінус $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ впродовж 16 год, висушування в сублімаційній сушарці впродовж 18 год за таких режимів: початок висушування – за температури мінус $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, закінчення – за температури мінус $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$. Вихід сухого бакпрепарату становив (1000 ± 20) г з 100 л виробничого середовища.

За мікробіологічними, фізико-хімічними та органолептичними показниками одержаний бакпрепарат відповідав нормативним документам (ТУ У 15.5-00419880-104-2010)

Від ІПР:

Зав. відділом
біотехнології:

Н.Ф. Кігель

С.н.с. лабораторії
маслобобства

О.В. Боднарчук

Від ДДП ІПР:

Головний
технолог

Іванова Л.Л.

Начальник
відділу

техн. контролю Ушакова В.В.



АКТ
про вироблення бактеріального препарату «КВС-П»
(ТУ У 15.5-00419880-104-2010)

для виробництва кисловершкового спреду

Цей акт складено стосовно того, що на ДДП ІПР 7.02.2015 р. було вироблено 1 партію сухого бактеріального препарату «КВС-П». За цей період було вироблено 1300 г бакпрепарату.

У ході технологічного процесу було дотримано таких режимів та параметрів.

Середовищем для нагромадження біомаси молочнокислих бактерій бакпрепарату було відновлене сухе знежирене молоко, білки якого гідролізовані протосубтиліном, з додаванням дріжджового автолізу (0,5%), пептону (0,7%), лактози (1,0%), глюкози (1,2 %), кислоти аскорбінової (0,05%), натрію лимоннокислого тризаміщеного (1,0%), натрію оцтовокислого однозаміщеного (0,7%), марганцю сірчанокислого 5-водного (0,02%), магнію сірчанокислого 7-водного (0,02%), твіну-80 (0,15%). Проводили спільне культивування штамів лактобактерій *L. diacetylactis* 7,6 та 7, *L. lactis* 5,5, *L. casei* 9, *L. bulgaricus*, *P. freudenreichii* 3,1 у співвідношенні 1:1:1:1:2:1 впродовж 12-14 год за температури (33-34)°С. При цьому кількість інокуляту становила 7% від об'єму ростового середовища. Нарощування біомаси проводили за періодичної нейтралізації виробничого середовища 25%-ним розчином аміаку до активної кислотності (6,7±0,1) од. рН. Відокремлену бактеріальну масу змішували у співвідношенні 1:2 зі стерильним захисним середовищем, до складу якого входили 15% сахарози, 2,5% желатину, 5% цитрату натрію та 1% знежиреного молока. Заморожування суспензії здійснювали за температури мінус (40±1) °С впродовж 16 год, висушування в сублімаційній сушарці впродовж 18 год за таких режимів: початок висушування – за температури мінус (25±2) °С, закінчення – за температури мінус (30±2) °С. Вихід сухого бакпрепарату становив (1300±20) г з 100 л виробничого середовища.

За мікробіологічними, фізико-хімічними та органолептичними показниками одержаний бакпрепарат відповідав нормативним документам (ТУ У 15.5-00419880-104-2010)

Від ІПР:

Зав. відділом біотехнології:

С. Г. Даниленко

Від ДДП ІПР:

Заст. директора з виробничих питань та якості продукції В.В. Ушакова

Пров. наук. співр. відділу молочних продуктів

О.В. Боднарчук

Начальник виробничого відділу

В. С. Пінчук

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Директор ДДП ПР НААН
 Дослідницько-технологічний інститут прикладних
 «Ресурс»
 НАЦІОНАЛЬНЕ НАУКОВЕ
 АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
 з питань захисту прав інтелектуальної власності

АКТ
 про вироблення бактеріального препарату «КВМ-С1»
 для виробництва кисломолочного масла
 (ТУ У 15.5-00419880-104-2010)

2018 р.

Цей акт складено стосовно того, що на ДДП ПР 5.02.2018 р. було вироблено 1 партію сухого бактеріального препарату «КВМ-С1». За цей період було вироблено 1000 г бакпрепарату.

У ході технологічного процесу було дотримано таких режимів та параметрів.

Середовищем для нагромадження біомаси молочнокислих бактерій бакпрепарату була відновлена суха сироватка з додаванням дріжджового автолізу (0,5%), пептону (0,5%), лактози (0,5 %), глюкози (1,5%), кислоти аскорбінової (0,05%), натрію лимоннокислого тризаміщеного (1%), марганцю сірчанокислого 5-водного (0,02%), магнію сірчанокислого 7-водного (0,02%). Проводили спільне культивування штамів мезофільних лактококів *L. lactis* IMB B-7325, *L. cremoris* IMB B-7328 та *L. diacetylactis* IMB B-7329 – у співвідношенні 1,3:0,7:1 впродовж 12 год за температури $(29 \pm 1)^\circ\text{C}$. При цьому кількість інокуляту становила 7 % від об'єму поживного середовища. Нарощування біомаси проводили за періодичної нейтралізації виробничого середовища 25%-ним розчином аміаку до активної кислотності $(6,7 \pm 0,1)$ од. рН. Відокремлену бактеріальну масу змішували у співвідношенні 1:2 зі стерильним захисним середовищем, до складу якого входили 10% сахарози, 5% лимоннокислого наїрію та 5% знежиреного молока. Заморожування суспензії здійснювали за температури мінус $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ впродовж 16 год, висушування в сублімаційній сушарці впродовж 18 год за таких режимів: початок висушування – за температури мінус $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, закінчення – за температури мінус $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$. Вихід сухого бакпрепарату становив (1000 ± 20) г з 100 л виробничого середовища.

За мікробіологічними, фізико-хімічними та органолептичними показниками одержаний бакпрепарат відповідав нормативним документам (ТУ У 15.5-00419880-104-2010).

Від ПР:

Зав. відділом біотехнології:

С. Г. Даниленко

Від ДДП ПР:

Заст. директора з виробничих питань та якості продукції В. В. Ушакова

Пров. наук. співр. відділу молочних продуктів

О. В. Боднарчук

Начальник виробничого відділу

В. С. Пінчук



АКТ
про вироблення бактеріального препарату «КВМ-П»
(ТУ У 15.5-00419880-104-2010)

для виробництва кисловершкового масла

Цей акт складено стосовно того, що на ДДП ППР 1.02.2018 р. було вироблено 1 партію сухого бактеріального препарату «КВМ-П». За цей період було вироблено 1120 г бакпрепарату.

У ході технологічного процесу було дотримано таких режимів та параметрів.

Середовищем для нагромадження біомаси молочнокислих бактерій бакпрепарату було відновлене сухе знежирене молоко, білки якого гідролізовані протосубтиліном, з додаванням дріжджового автолізу (0,5%), пептону (0,5%), лактози (0,7%), глюкози (1,6 %), кислоти аскорбінової (0,05%), натрію лимоннокислого тризаміщеного (1,0%), натрію оцтовокислого однозаміщеного (0,7%), марганцю сірчанокислого 5-водного (0,02%), магнію сірчанокислого 7-водного (0,02%). Проводили спільне культивування штамів лактобактерій *L. diacetylactis* IMB B-7451 і IMB B-7452, *S. thermophilus* IMB B-7450 та *L. bulgaricus* IMB B-7453 у співвідношенні 1,5:1,5:0,8:1,2 впродовж 12-14 год за температури (33-34)°C. При цьому кількість інокуляту становила 7% від об'єму ростового середовища. Нарощування біомаси проводили за періодичної нейтралізації виробничого середовища 25%-ним розчином аміаку до активної кислотності (6,7±0,1) од. рН. Відокремлену бактеріальну масу змішували у співвідношенні 1:2 зі стерильним захисним середовищем, до складу якого входили 25% сахарози, 2,5% желатину, 5% цитрату натрію та 1% знежиреного молока. Заморожування суспензії здійснювали за температури мінус (40±1) °C впродовж 16 год, висушування в сублімаційній сушарці впродовж 18 год за таких режимів: початок висушування – за температури мінус (25±2) °C, закінчення – за температури мінус (30±2) °C. Вихід сухого бакпрепарату становив (1120±20) г з 100 л виробничого середовища.

За мікробіологічними, фізико-хімічними та органолептичними показниками одержаний бакпрепарат відповідав нормативним документам (ТУ У 15.5-00419880-104-2010)

Від ППР:

Зав. відділом біотехнології:

С. Г. Даниленко

Від ДДП ППР:

Заст. директора з виробничих питань та якості продукції В.В. Ушакова

Пров. наук. співр. відділу молочних продуктів

О.В. Боднарчук

Начальник виробничого відділу

В. С. Пінчук



Мисан Г.Ф.

«8» лютого 2018 р.

АКТ

про вироблення бактеріального препарату «Іпровіт КВС-П»
(ТУ У 15.5-00419880-104-2010)

для виробництва кисловершкового спреду

Цей акт складено стосовно того, що на ДДП ІПР 5.02.2018 р. було вироблено 1 партію сухого бактеріального препарату «Іпровіт КВС-П». За цей період було вироблено 1340 г бакпрепарату.

У ході технологічного процесу було дотримано таких режимів та параметрів.

Середовищем для нагромадження біомаси молочнокислих бактерій бакпрепарату було відновлене сухе знежирене молоко, білки якого гідролізовані протосубтиліном, з додаванням дріжджового автолізу (0,5%), пептону (0,7%), лактози (1,0%), глюкози (1,2 %), кислоти аскорбінової (0,05%), натрію лимоннокислого тризаміщеного (1,0%), натрію оцтовокислого однозаміщеного (0,7%), марганцю сірчанокислого 5-водного (0,02%), магнію сірчанокислого 7-водного (0,02%), твіну-80 (0,15%). Проводили спільне культивування штамів лактобактерій *L. diacetylactis* 7,6 та 7, *L. lactis* 5,5, *L. casei* 9, *L. bulgaricus*, *P. freudenreichii* 3,1 у співвідношенні 1:1:1:1:2:1 впродовж 12-14 год за температури (33-34)°C. При цьому кількість інокуляту становила 7% від об'єму ростового середовища. Нарощування біомаси проводили за періодичної нейтралізації виробничого середовища 25%-ним розчином аміаку до активної кислотності (6,7±0,1) од. рН. Відокремлену бактеріальну масу змішували у співвідношенні 1:2 зі стерильним захисним середовищем, до складу якого входили 15% сахарози, 2,5% желатину, 5% цитрату натрію та 1% знежиреного молока. Заморожування суспензії здійснювали за температури мінус (40±1) °C впродовж 16 год, висушування в сублімаційній сушарці впродовж 18 год за таких режимів: початок висушування – за температури мінус (25±2) °C, закінчення – за температури мінус (30±2) °C. Вихід сухого бакпрепарату становив 1340 г з 100 л виробничого середовища.

За мікробіологічними, фізико-хімічними та органолептичними показниками одержаний бакпрепарат відповідав нормативним документам (ТУ У 15.5-00419880-104-2010)

Від ІПР:

Зав. відділом біотехнології:

С. Г. Даниленко

Від ДДП ІПР:

Заст. директора з виробничих питань та якості продукції В.В. Ушакова

Пров. наук. співр. відділу молочних продуктів

О.В. Боднарчук

Начальник виробничого відділу

В. С. Пінчук

Додаток Е. Документи, що підтверджують впровадження ферментованих молочно-жирових продуктів з використанням розроблених бакпрепаратів

Додаток Е1



АКТ

випробування бактеріального препарату прямого внесення «КВМ-П»
для виробництва кисловершкового масла

Даний акт складений співробітниками ПАТ «Житомирський маслозавод» головним технологом Суховерхим О.Л., інженером-технологом Харченко С.В., начальником виробничої лабораторії Аксьоненко І.Ю. та представниками Інституту продовольчих ресурсів: завідувачем лабораторії маслоробства Майборода Ю.В., старшим науковим співробітником Боднарчук О.В., науковим співробітником Гудзей О.О. підтверджує, що на ПАТ «Житомирський маслозавод» були виготовлені дослідні партії кисловершкового масла загальною кількістю 600 кг.

Дослідні виробки кисловершкового масла проводили за технологією способом перетворення ВЖВ, яка передбачає використання закваски, виготовленої із бактеріального препарату «КВМ-П» із розрахунку 0,1 г/л молока.

У ході технологічного процесу було дотримано таких режимів та параметрів. Пастеризацію вершків проводили за температури 95°C. Внесення закваски у кількості 3,5% та 6% здійснювали насосом-дозатором у потоці між першим та другим циліндром маслоутворювача. Температура вершків при вході в маслоутворювач – 71°C, температура високожирних вершків у період внесення закваски – (18±1) °C, температура кисловершкового масла на виході – 16-18 °C. Продуктивність маслоутворювача – 818 кг/год. Температура закваски (7±1)°C.

У результаті органолептичної оцінки після зберігання за температури 6°C через 17 год було встановлено, що при внесенні 3,5% закваски готовий продукт характеризувався в міру вираженим кисломолочним смаком та однорідною консистенцією. Ці результати підтвердилися попередніми лабораторними дослідженнями. Кисловершкове масло з використанням 6% характеризувалося надмірним кисломолочним смаком.

**Представники ПАТ
«Житомирський маслозавод»**

Суховерхий О.Л.

Харченко С.В.

Аксьоненко І.Ю.

**Представники Інституту
Продовольчих ресурсів**

Майборода Ю.В.

Боднарчук О.В.

Гудзей О.О.

ПІДТВЕРДЖУЮ:
 генеральний директор
 ПАТ «ЖИТОМИРСЬКИЙ МАСЛОЗАВОД»
 С.А. Бівсик
 «04» листопада 2015 р.

АКТ

апробації поточного виробництва кисловершкового спреду з використанням бактеріального препарату прямого внесення «Іпровіт КВС»

Даний акт складений співробітниками ПАТ «ЖИТОМИРСЬКИЙ МАСЛОЗАВОД» головним технологом Суховецьким О.Л., інженером-технологом Сидорук Ю.В., начальником виробничої лабораторії Лисак С.В., начальником цеху з виробництва масла та сухого знежиреного молока Безшука А.І. та представниками Інституту продовольчих ресурсів: завідувач лабораторії маслоробства Майборода Ю.В., старший науковий співробітник Боднарчук О.В., провідний інженер Старчевим С.О. підтверджує, що на ПАТ «ЖИТОМИРСЬКИЙ МАСЛОЗАВОД» було апробовано технологію виробництва кисловершкового спреду загальною кількістю 3000 кг.

Виробництво кисловершкового спреду з загальною м.ч.жиру 72,5% з заміною молочного жиру на 50% та 75% заміником молочного жиру, проводили за технологією перетворення ВЖВ з використанням закваски, виготовленої із бактеріального препарату прямого внесення «Іпровіт КВС». Закваску готували шляхом сквашування молока бактеріальним препаратом із розрахунку 0,1г/л молока за температури $(34 \pm 1)^\circ\text{C}$ до утворення згустку впродовж 8-9 год, дозрівання закваски за температури $(15 \pm 1)^\circ\text{C}$ та охолодження до $(8 \pm 1)^\circ\text{C}$. Кислотність закваски – 110-130 °Т.

У ході технологічного процесу було дотримано наступних режимів та параметрів. Пастеризацію суміші вершків та емульсії рослинних жирів проводили за температури $85-90^\circ\text{C}$. Закваску у кількості від 4% до 8% подавали насосом-дозатором у потоці між першим та другим пакетом маслоутворювача в зону перетворення фаз на вході в дестабілізатор жирової емульсії. Температура закваски – $(8 \pm 1)^\circ\text{C}$. Температура вершків при вході в маслоутворювач – 59°C , температура високожирних вершків, в які вносили закваску – $(17 \pm 1)^\circ\text{C}$. Продуктивність маслоутворювача – 712 кг/год.

У результаті органолептичної оцінки після зберігання за температури 6°C через 1 добу було встановлено, готові продукти характеризувалися в міру вираженим чистим кисломолочним смаком та ароматом, однорідною, пластичною консистенцією.

За фізико-хімічними та органолептичними показниками одержані продукти відповідали нормативним документам.

Представники ПАТ «ЖИТОМИРСЬКИЙ МАСЛОЗАВОД»

Головний технолог Суховецький О.Л.

Інженер-технолог Сидорук Ю.В.

Начальник цеху з виробництва масла
та сухого знежиреного молока
Безшука А.І.

Начальник виробничої
лабораторії Лисак С.В.

Представники Інституту продовольчих ресурсів

Зав. лабораторії маслоробства
Майборода Ю.В.

Старш. наук. співр.
Боднарчук О.В.

Провідний інженер
Старчевой С.О.



АКТ

впровадження поточного виробництва кисловершкового спреду з використанням бактеріального препарату прямого внесення «Іпровіт КВС-П»

Даний акт складений співробітниками ТЗОВ «Львів агропродукт» завідувачем виробництва Банзеруком В.Я., завідувачою лабораторією Барабаш Л.В. та представниками Інституту продовольчих ресурсів: завідувачем лабораторії маслоробства Майборода Ю.В., провідним науковим співробітником Боднарчук О.В. підтверджує, що на ТЗОВ «Львів агропродукт» було впроваджено виробництво кисловершкового спреду загальною кількістю 1т.

Кисловершковий спред вироблено методом перетворення жирової суміші з використанням закваски, приготованої із бактеріального препарату прямого внесення «Іпровіт КВС-П». Закваску готували шляхом сквашування молока бактеріальним препаратом із розрахунку 1г/10л молока за температури $(34 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ до утворення згустку впродовж 8-9 год, дозрівання закваски за температури $(15 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ та охолодження до $(8 \pm 1)^{\circ}\text{C}$. Кислотність закваски -116°T .

У ході технологічного процесу було дотримано таких режимів та параметрів.

Пастеризацію вершків проводили за температури 90°C . Закваску у кількості 8% подавали насосом-дозатором у потоці між першим та другим пакетом маслоутворювача в зону перетворення фаз на вході в дестабілізатор жирової емульсії. Температура закваски $-(8 \pm 1)^{\circ}\text{C}$. Температура вершків при вході в маслоутворювач -71°C , температура жирової суміші, в яку вносили закваску $-(17 \pm 1)^{\circ}\text{C}$. Продуктивність маслоутворювача -750 кг/год .

У результаті органолептичної оцінки встановлено, що готові продукти після 2 діб зберігання за температури 6°C було характеризувалися достатньо вираженим кисломолочним смаком та ароматом, однорідною, пластичною консистенцією.

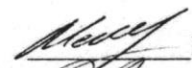

За мікробіологічними, фізико-хімічними та органолептичними показниками одержані продукти відповідали нормативним документам.

Представники
ТЗОВ «Львів агропродукт»:


Банзерук В.Я.

Барабаш Л.В.

Представники
Інституту продовольчих ресурсів:


Майборода Ю.В.

Боднарчук О.В.

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Генеральний директор
ПАТ «ЖИТОМИРСЬКИЙ МАСЛОЗАВОД»
С.А. Вівсик
15 лютого 2018 р.

АКТ

впровадження поточного виробництва кисловершкового спреду з використанням бактеріального препарату прямого внесення «Іпровіт КВС»

Даний акт складений співробітниками ПАТ «ЖИТОМИРСЬКИЙ МАСЛОЗАВОД» головним технологом Суховерхим О.Л., інженером-технологом Сидорук Ю.В., начальником виробничої лабораторії Лисак С.В., начальником цеху з виробництва масла та сухого знежиреного молока Безшура А.І. та представниками Інституту продовольчих ресурсів: завідувач лабораторії маслоробства Майборода Ю.В., старший науковий співробітник Боднарчук О.В., провідний інженер Старчевим С.О. підтверджує, що на ПАТ «ЖИТОМИРСЬКИЙ МАСЛОЗАВОД» було впроваджено технологію виробництва кисловершкового спреду загальною кількістю 2500 кг.

Виробництво кисловершкового спреду з загальною м.ч.жиру 72,5% з заміною молочного жиру на 50% та 75% заміником молочного жиру, проводили за технологією перетворення ВЖВ з використанням закваски, виготовленої із бактеріального препарату прямого внесення «Іпровіт КВС». Закваску готували шляхом сквашування молока бактеріальним препаратом із розрахунку 1г/л молока за температури $(34\pm 1)^{\circ}\text{C}$ до утворення згустку впродовж 8-9 год, дозрівання закваски за температури $(15\pm 1)^{\circ}\text{C}$ та охолодження до $(8\pm 1)^{\circ}\text{C}$. Кислотність закваски – 110-130 °Т.

У ході технологічного процесу було дотримано наступних режимів та параметрів. Пастеризацію суміші вершків та емульсії рослинних жирів проводили за температури 85-90°C. Закваску у кількості від 4% до 8% подавали насосом-дозатором у потоці між першим та другим пакетом маслоутворювача в зону перетворення фаз на вході в дестабілізатор жирової емульсії. Температура закваски – $(8\pm 1)^{\circ}\text{C}$. Температура вершків при вході в маслоутворювач – 57°C, температура високожирних вершків, в які вносили закваску – $(16-17)^{\circ}\text{C}$. Продуктивність маслоутворювача – 700 кг/год.

У результаті органолептичної оцінки після зберігання за температури 6°C через 1 добу було встановлено, готові продукти характеризувалися в міру вираженим чистим кисломолочним смаком та ароматом, однорідною, пластичною консистенцією.

За фізико-хімічними та органолептичними показниками одержані продукти відповідали нормативним документам.

Представники ПАТ «ЖИТОМИРСЬКИЙ МАСЛОЗАВОД»

Головний технолог Суховерхий О.Л.

Інженер-технолог Сидорук Ю.В.

Начальник цеху з виробництва масла
та сухого знежиреного молока
Безшура А.І.

Начальник виробничої
лабораторії Лисак С.В.

Представники Інституту продовольчих ресурсів

Зав. лабораторії маслоробства
Майборода Ю.В.

Старш. наук. співр.
Боднарчук О.В.

Провідний інженер
Старчевой С.О.



АКТ

впровадження виробництва кисловершкових паст з використанням бактеріального препарату прямого внесення «КВС-П»

Даний акт складений співробітниками ТОВ «Самбірський молокозавод» головним технологом Поліщук Т.В., завідуючою лабораторією Когут Г.Б. та представниками Інституту продовольчих ресурсів: завідувачем лабораторії маслоробства Майборода Ю.В, провідним науковим співробітником Боднарчук О.В., підтверджує, що на ТОВ «Самбірський молокозавод» було впроваджено виробництво кисловершкових паст загальною кількістю 800кг.

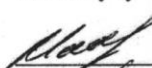

Для виробництва кисловершкової пасти використовували закваску, приготовану із бактеріального препарату прямого внесення «Інпрівіт КВС-П». Закваску готували шляхом сквашування молока бактеріальним препаратом із розрахунку 0,1 г/дм³ молока за температури (34±1)°C. Кислотність закваски – 114 °Т. Закваску у кількості 7 % вносили у попередньо пастеризовану (за температури 85 °C впродовж 15 хв) та охолоджену до температури (34±1)°C молочно-жирову емульсію (МЖЕ) та проводили короткотривале дозрівання до кислотності 34 °Т. Після біодозрівання проводили гомогенізацію МЖЕ за температури 47 °C і тиску 1,8 мПа.

У результаті дегустації після 1 доби зберігання за температури 6°C відмічено, що готові продукти характеризувалися в міру вираженим чистим кисломолочним смаком та ароматом, однорідною, пластичною консистенцією. За мікробіологічними, фізико-хімічними та органолептичними показниками одержані продукти відповідали нормативним документам.

Представники
ТОВ «Самбірський молокозавод»:

 Поліщук Т.В.
 Когут Г.Б.


Представники
Інституту продовольчих ресурсів:

 Майборода Ю.В.
 Боднарчук О.В.

Додаток Є. Протоколи дегустації ферментованих продуктів маслоробства

Додаток Є1

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з наукової та
інноваційної роботи
Інституту продовольчих ресурсівЮ.Т. Орлюк
2013 р

ПРОТОКОЛ

проведення дегустації зразків, кисловершкового масла,
які виготовлені з використанням бактеріального препарату
«КВМ-П» на ПАТ «Житомирський маслозавод»

м. Київ
Присутні:

28 червня 2013 р.

Майборода Ю.В.
Ересько Г.О.
Кігель Н.Ф.
Боднарчук О.В.
Флоровська В.Б.
Бугера І.В.

зав. відділом маслоробства
гол. н. с. відділу маслоробства
зав. відділом біотехнології
с.н.с. відділу маслоробства
н.с. відділу маслоробства
м.н.с. відділу маслоробства

До дегустації було представлено 3 зразки кисловершкового масла (КВМ), вироблені методом перетворення ВЖВ з використанням 3,5-6,0% закваски, приготованої з використанням бактеріального препарату «КВМ-П» Органолептична оцінка проводилася згідно ГОСТ 37-91.

№	Органолептична оцінка, бали				
	Продукт	Смак і запах, (не>10)	Консистенція та зовнішній вигляд (не>5)	Колір (не>2)	Всього балів
1	КВМ з 3,5% закваски	Виражений кисломолочний аромат і смак Оцінка – 9,5	Однорідна, щільна, пластична Оцінка - 5	Однорідний Оцінка - 2	16,5
2	КВМ з 5,0% закваски	Виражений кисломолочний аромат і смак Оцінка - 10	Однорідна, щільна, пластична Оцінка - 5	Однорідний Оцінка - 2	17
3	КВМ з 6,0% закваски	Надмірно виражений кисломолочний смак і аромат Оцінка – 9,5	Однорідна, щільна, пластична Оцінка - 5	Однорідний Оцінка - 2	16,5

Відповідно до ГОСТ 37-91 зразки було оцінено вищим гатунком.

Члени дегустаційної комісії:

Ересько Г.О.
Майборода Ю.В.
Кігель Н.Ф.
Боднарчук О.В.
Флоровська В.Б.



Ю.Т. Орлюк
« 9 » листопада 2015 р.

ПРОТОКОЛ

проведення дегустації зразків кисловершкових спредів,
які виготовлені з використанням бактеріального препарату
«КВС-П» на ПАТ «Житомирський маслозавод»

м. Київ
Присутні:

9 листопада 2015 р.

Майборода Ю.В.
Ересько Г.О.
Кігель Н.Ф.
Боднарчук О.В.
Флоровська В.Б.
Бугера І.В.

зав. відділом маслоробства
гол. н. с. відділу маслоробства
зав. відділом біотехнології
с.н.с. відділу маслоробства
н.с. відділу маслоробства
м.н.с. відділу маслоробства

До дегустації було представлено 6 зразків кисловершкових спредів (КВС) з використанням молочного жиру та ЗМЖ «Sania», вироблених методом перетворення жирової суміші з використанням 5% 6%, 8% закваски, приготованої з використанням бактеріального препарату «КВС-П». Органолептичні показники кисловершкових спредів представлено у таблиці 1.

Таблиця 1



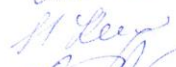



	Продукт	Смак і запах	Консистенція та зовнішній вигляд	Колір
МЖ :ЗМЖ 50:50				
1	КВС з 5% закваски	Слабо виражений кисломолочний аромат і смак	Однорідна, щільна, пластична	Однорідний
2	КВС з 6% закваски	Виражений кисломолочний аромат і смак	Однорідна, щільна, пластична	Однорідний
3	КВС з 8% закваски	Добре виражений кисломолочний смак і аромат	Однорідна, щільна, пластична	Однорідний
МЖ :ЗМЖ 50:50				
	КВС з 5% закваски	Мало відчутний кисломолочний аромат і смак	Однорідна, щільна, пластична	Однорідний
	КВС з 6% закваски	Слабо виражений кисломолочний аромат і смак	Однорідна, щільна, пластична	Однорідний

продовження додаток Є2

	КВС з 8% закваски	Виражений кисломолочний смак і аромат	Однорідна, щільна, пластична	Однорідний
--	-------------------------	--	------------------------------------	------------

Згідно дегустації виявлено, що спреди зі співвідношенням ЗМЖ і молочного жиру 50:50 та 75:25 з використанням закваски у кількості відповідно 6-8 % та 8 % характеризуються однаковою інтенсивністю кисломолочного смаку, у рівній мірі проявляється насиченість смакового букету, подібного до натурального масла, що значно поліпшує його якість.

Члени дегустаційної комісії:

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора з наукової та
інноваційної роботи
Інституту продовольчих ресурсів
РЕСУРСІВ
К.В. Копилова
«09» лютого 2018 р

ПРОТОКОЛ

проведення дегустації зразків кисловершкових паст,
які виготовлені з використанням бактеріального препарату
«КВС-П» на ТОВ «Самбірський молокозавод»

м. Київ
Присутні:

19 лютого 2018 р.

Орлюк Ю. Т.
Майборода Ю.В.
Боднарчук О.В.
Старчевой С.О.

зав. відділу молочних продуктів
заст. зав. відділом молочних продуктів
пров.н.с. відділу молочних продуктів
н.с. відділу молочних продуктів


До дегустації було представлено кисловершкову пасту з використанням 7 % закваски, приготованої з використанням бактеріального препарату «КВС-П». Органолептичну оцінку проводили за спеціально розробленою 5-ти бальною шкалою.

№п/п	Характеристика	Бали
Смак і запах		
1	Чистий, кисловершковий, без сторонніх присмаків і запахів стабілізаторів структури	5,0
2	Не достатньо виражений кисловершковий присмак і запах	4,0
3	Не виражений кисловершковий, слабо сторонній присмак стабілізатора і емульгаторів	3,0
4	Злегка нечистий з слабо вираженим кисломолочним смаком і запахом, зі стороннім присмаком і запахом стабілізаторів консистенції і емульгаторів	2,0
5	Різко виражені сторонні присмаки і запахи стабілізаторів і емульгаторів структури, відчувається гіркота, слабо виражений кисломолочний присмак	1,0
Консистенція		
1	Щільна, пластична, однорідна	5,0
2	Занадто щільна, однорідна, злегка мучниста	4,0
3	Пастоподібна, недостатньо щільна, сметаноподібна, однорідна, слабка мучнистість	3,0
4	Пастоподібна, неоднорідна, липка, тугоплавка або сметано подібна, дуже в'язка, піщаниста	2,0
5	Рідка, розшаровується, нестійка	1,0

продовження додаток Є3

У результаті органолептичної оцінки встановлено, що кисловершкова паста характеризувалася чистим кисломолочним смаком та запахом (, однорідною консистенцією. Кисловершкова паста за смак і запах та консистенцію отримала по 5 балів.

Члени дегустаційної комісії:



Орлюк Ю.Т.
Майборода Ю.В.
Боднарчук О.В.
Старчевой С.О.





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **72792** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
A01J 15/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2012 02546	(72) Винахідник(и):	Ересько Георгій Олексійович (UA), Майборода Юрій Васильович (UA), Боднарчук Оксана Василівна (UA), Король Олена Володимирівна (UA), Балюбаш Віктор Александровіч (RU), Альошічев Сергій Євгенієвіч (RU)
(22) Дата подання заявки:	03.03.2012	(73) Власник(и):	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МОЛОКА ТА М'ЯСА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ, вул. М. Раскової, 4-а, м. Київ, 02660 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	27.08.2012		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	27.08.2012, Бюл.№ 16		

(54) СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ ВМІСТУ ВОЛОГИ В КИСЛОВЕРШКОВОМУ МАСЛІ І СПРЕДАХ

(57) Реферат:

Спосіб регулювання вмісту води в кислосметановому маслі і спредах включає нормалізацію води у високожирних вершках та жировій суміші. Утворену жирову емульсію охолоджують. Потім вносять до потоку нормалізовану за вмістом води бактеріальну закваску. Після цього перемішують компоненти та формують структуру готового продукту.

U
72792
UA



продовження додаток Ж2

(11) 108580

(19) UA

(51) МПК
A23C 15/02 (2006.01)

(21) Номер заявки: а 2014 04469

(22) Дата подання заявки: 28.04.2014

(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 12.05.2015

(41) Дата публікації відомостей про заявку та номер бюлетеня: 25.07.2014, Бюл. № 14

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: 12.05.2015, Бюл. № 9

(72) Винахідники:
Боднарчук Оксана
Василівна, UA,
Сресько Георгій
Олексійович, UA,
Кігель Наталя Федорівна,
UA,
Майборода Юрій
Васильович, UA,
Семенівська Олена
Анатоліївна, UA(73) Власник:
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ
РЕСУРСІВ НААН,
вул. М. Раскової, 4-а, м. Київ,
02660, UA

(54) Назва винаходу:

СПОСІБ ПОТОЧНОГО ВИРОБНИЦТВА КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА

(57) Формула винаходу:

Спосіб поточного виробництва кисловершкового масла, що включає пастеризацію, охолодження високожирних вершків, приготування і внесення бактеріальної закваски у зону перетворення фаз в дестабілізатор жирової емульсії, перемішування компонентів, перетворення жирової емульсії, формування структури продукту, дозрівання готового продукту, який **відрізняється** тим, що бактеріальну закваску готують сквашуванням молока бактеріальним препаратом із *Lactococcus lactis ssp. lactis biovar. diacetylactis* IMB B-7451, *Lactococcus lactis ssp. lactis biovar. diacetylactis* IMB B-7452, *Streptococcus thermophilus* IMB B-7450 та *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* IMB B-7453 у співвідношенні 1,5:1,5:0,8:1,2 із розрахунку 1 г/дм³ за температури (33±1) °C протягом 8-9 год., її дозріванням за температури (15±1) °C протягом 4-6 год. та охолодженням до (8±1) °C, вносять закваску у кількості 2-6 %, після чого готовий продукт піддають дозріванню протягом 3 діб за температури (10±1) °C.



продовження додаток ЖЗ

(11) 109326

(19) UA

(51) МПК
A23C 15/02 (2006.01)

(21) Номер заявки: а 2013 14537

(22) Дата подання заявки: 12.12.2013

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: 10.08.2015(41) Дата публікації відомостей
про заяву та номер
бюлетеня: 26.05.2014,
Бюл. № 10(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: 10.08.2015,
Бюл. № 15

(72) Винахідники:

Боднарчук Оксана
Василівна, UA,
Єресько Георгій
Олексійович, UA,
Кігель Наталя Федорівна, UA

(73) Власник:

ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ
РЕСУРСІВ НААН,
вул. М. Раскової, 4-а, м. Київ,
02660, UA

(54) Назва винаходу:

СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ БАКТЕРІАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ ПРЯМОГО ВНЕСЕННЯ "КВМ-П" ДЛЯ
КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА

(57) Формула винаходу:

Спосіб одержання бактеріального препарату прямого внесення для кисловершкового масла, який включає приготування інокулятів мезофільних та термофільних молочнокислих бактерій, спільне культивування мікроорганізмів у ростовому середовищі, відокремлення біомаси, змішування з захисним середовищем та сублімаційне сушіння, який відрізняється тим, що спільне культивування мезофільних та термофільних молочнокислих бактерій *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* IMB B-7451, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* IMB B-7452, *Streptococcus thermophilus* IMB B-7450 та *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* IMB B-7453 у співвідношенні 1,5:1,5:0,8:1,2 проводять у кількості 7% від об'єму ростового середовища за температури (34±1) °C впродовж (12-14) год.



продовження додаток Ж4

(11) 87959

(19) UA

(51) МПК (2014.01)
A23C 15/00
C12N 1/20 (2006.01)

(21) Номер заявки: u 2013 11153

(22) Дата подання заявки: 19.09.2013

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: 25.02.2014(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: 25.02.2014,
Бюл. № 4(72) Винахідники:
Єресько Георгій
Олексійович, UA,
Боднарчук Оксана
Василівна, UA,
Майборода Юрій
Васильович, UA,
Суховерхівський Олександр
Леонідович, UA(73) Власник:
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ
РЕСУРСІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК
УКРАЇНИ,
вул. М. Раскової, 4-а, м. Київ,
02660, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ПОТОЧНОГО ВИРОБНИЦТВА КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб поточного виробництва кисловершкового масла, що включає охолодження високожирних вершків, внесення бактеріального препарату, перетворення жирової емульсії і формування структури продукту, який відрізняється тим, що бактеріальний препарат у кількості 2-6 % подається у зону перетворення фаз.

A

B9

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ

**ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ"
(УКРПАТЕНТ)**

вул. Глазунова, 1, м. Київ-42, 01601, Україна Тел.: (044) 494-05-05 Факс: (044) 494-05-06
E-mail: office@ukrpatent.org

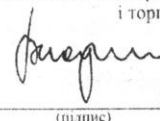
19.07.2019 № 16383/ЗА/19

Висновок, затверджений Міністерством
економічного розвитку і торгівлі України,
набув статусу **рішення про видачу
патенту на винахід**

Адреса для листування
ІПР, вул. Є. Сверстюка, 4-а, м. Київ, 02002

Стосується заявки № а 2018 06673
/ при листуванні просимо посилається на цей № /

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор департаменту інтелектуальної
власності Міністерства економічного розвитку
і торгівлі України



В.О.Жалдак

(підпис)

**Висновок про відповідність винаходу умовам патентоздатності за результатами
кваліфікаційної експертизи**

(21) Реєстраційний номер заявки а 2018 06673

(22) Дата подання 14.06.2018

(71) Заявник(и)

ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ НААН

(72) Повне ім'я винахідника(ів)

Боднарчук Оксана Василівна

(73) Власник(и) патенту

ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ НААН,

вул. Євгена Сверстюка, 4-а, м. Київ, 02002, UA

(51) МПК

A23C 15/02 (2006.01)

(54) Назва винаходу

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА

Оригіналом цього документа є електронний документ з відповідними реквізитами, у тому числі з накладеним електронним цифровим підписом уповноваженої особи Міністерства економічного розвитку і торгівлі України та сформованою позначкою часу.

Ідентифікатор електронного документа 4364150719.

Паперовий примірник цього документа є ідентичною за документарною інформацією та реквізитами паперового копію зазначеного електронного документа.

Для отримання оригіналу документа необхідно:

1. Зайти до ІДС «Стан діловодства за заявками на винаходи та корисні моделі», яка розташована на сторінці <http://base.uipv.org/searchInvStat/>
2. Виконати пошук за номером заявки.
3. У розділі «Документи Укрпатенту» поруч з реєстраційним номером документа натиснути кнопку «Завантажити оригінал» та ввести ідентифікатор електронного документа.

ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ
Національної академії аграрних наук України
Вхідний № 350
29.07.2019